

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD (LYON I)
U. E. R. - FACULTE D'ODONTOLOGIE

Année 1980

THESE n° 43.12.80.02

THÈSE

pour le DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR de 3ème CYCLE en SCIENCES ODONTOLOGIQUES
présentée et soutenue publiquement le 20 juin 1980

par

Jean-Pierre DUPREZ

L'Interface Dent Obturation

**Nouvelle technique de mesure,
application à l'amalgame d'argent
sur les molaires du rat blanc**

JURY

MM.	J. PARRET	Président
	R. VINCENT	Assesseur
	J. POULARD	Assesseur
	J. DUMAS	Assesseur
	J. BLANC-BENON	Assesseur
	H. MAGLOIRE	Assesseur

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD (LYON 1)

U. E. R. - FACULTE D'ODONTOLOGIE

Année 1980

THESE n° 43.12.80.02

THÈSE

pour le DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR de 3ème CYCLE en SCIENCES ODONTOLOGIQUES

présentée et soutenue publiquement le 20 juin 1980

par

Jean-Pierre DUPREZ

L'Interface Dent Obturation

Nouvelle technique de mesure,
application à l'amalgame d'argent
sur les molaires du rat blanc

JURY

MM.	J. PARRET	Président
	R. VINCENT	Assesseur
	J. POULARD	Assesseur
	J. DUMAS	Assesseur
	J. BLANC-BENON	Assesseur
	H. MAGLOIRE	Assesseur

THE SITE OF THE CLASHES IN 1941
AND THE FACTS OF THE CASE

THE SITE OF THE CLASHES

THE SITE OF THE CLASHES

THE SITE OF THE CLASHES

THE SITE OF THE CLASHES IN 1941
AND THE FACTS OF THE CASE

THE SITE OF THE CLASHES IN 1941
AND THE FACTS OF THE CASE

THE SITE OF THE CLASHES

THE SITE OF THE CLASHES

THE SITE OF THE CLASHES

THE SITE OF THE CLASHES
AND THE FACTS OF THE CASE



THE SITE OF THE CLASHES

THE SITE OF THE CLASHES
AND THE FACTS OF THE CASE

THE SITE OF THE CLASHES
AND THE FACTS OF THE CASE

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I

Président de l'Université : Professeur D. GERMAIN

Premier Vice-Président : Professeur M. DUFAY

Deuxième Vice-Président : M. J.C. DUPLAN

Troisième Vice-Président : Mle A. ECHALLON

Secrétaire Général : M. J. RAMBAUD

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE DE L'UNIVERSITE

Médecine { Grange-Blanche : Directeur : Professeur ZECH P.
 { Alexis-Carrel : Directeur : Professeur MORNEX R.
 { Lyon-Sud : Directeur : Professeur NORMAND J.
 { Lyon-Nord : Directeur : Docteur MINAIRE Y. (M.C.A.)

Biologie Humaine : Directeur : Docteur REVILLARD J.P. (M.C.A.)

Techniques de Réadaptation : Directeur : Professeur MORGON A.

Sciences Pharmaceutiques : Directeur : Professeur BIZOLLON C.A.

Sciences Odontologiques : Directeur : Professeur PARRET J.

Institut Régional d'Education Physique et Sportive : Directeur : M. MILLON A.

Mathématiques : Directeur : Professeur PICARD Ph.

Physique : Directeur : Professeur DELMAU J.

Chimie et Biochimie : Directeur : Mme VARAGNAT A. (Maître Assistant)

Sciences de la Nature : Directeur : Professeur LEMOIGNE Y.

Sciences Physiologiques : Directeur : Mle le Professeur WORBE J.F.

I.U.T. n° 1 : Directeur : Professeur VILLE A.

I.U.T. n° 2 : Directeur : M. GALLET J. (Directeur E.N.S.A.M)

Observatoire : Directeur : M. MONNET G (Astronome adjoint)

Physique Nucléaire : Directeur : Professeur GUSAKOW M.

Mécanique : Directeur : Mle le Professeur COMTE-BELLOT G.

U.E.R. - FACULTE D'ODONTOLOGIE

Directeur : M. Jean PARRET, Professeur de Catégorie Exceptionnelle
Directeur-Adjoint : M. Georges LABE, Professeur 2e Grade
Directeur-Adjoint : M. Christian CHAVRIER, Assistant

--

PREMIERE SECTION D'ENSEIGNEMENT : PROTHESE

Professeur de Catégorie
Exceptionnelle : M. Jacques BRUGIRARD
Professeur 1er Grade : M. Bernard LALLICH
Professeur 2e Grade : M. André DUMONT, M. Lucien TOURTET
M. Dominique BOIS, M. Christian PIREL

DEUXIEME SECTION D'ENSEIGNEMENT : ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur 1er Grade : M. Jean-Ennemond HESKIA, M. Henri DEPLAGNE
M. François BRUNNER
Professeur 2e Grade : M. Jacques CHASSIGNOL

TROISIEME SECTION D'ENSEIGNEMENT : PEDODONTIE-PREVENTION

Professeur 1er Grade : M. Michel CAUDMONT

QUATRIEME SECTION D'ENSEIGNEMENT : PATHOLOGIE ET THERAPEUTIQUE DENTAIRES

Professeur de Catégorie
Exceptionnelle : M. Roger VINCENT
Professeur 1er Grade : M. Pierre BERTOIN
Professeur 2e Grade : M. Pierre DUCLOS

CINQUIEME SECTION D'ENSEIGNEMENT : PARODONTOLOGIE

Professeur 2e Grade : M. Georges PERDRIX, M. Jacques DOURY

SIXIEME SECTION D'ENSEIGNEMENT : DENTISTERIE CONSERVATRICE

Professeur 1er Grade : M. Jean POULARD, M. Jean PEROL
M. Robert THOMAS
Professeur 2e Grade : M. Jean BLANC-BENON, M. Henri CHAMBAZ
M. Philippe BONIN, M. Georges LABE

SEPTIEME SECTION D'ENSEIGNEMENT : BIOLOGIE ET MATIERES FONDAMENTALES

Professeur de Catégorie
Exceptionnelle : M. Jean PARRET
Professeur 1er Grade : M. Jacques DUMONT, M. Paul LIBOUREL
Professeur 2e Grade : M. Henry MAGLOIRE, M. Henri VINARD

--

A Mercedes,

*"Derrière les ennuis et les vastes chagrins
qui chargent de leurs poids l'existence brumeuse,
heureux celui qui peut d'une aile vigoureuse
s'élancer vers les champs lumineux et sereins ;*

*Celui dont les pensées, comme les alouettes,
vers les cieux le matin prennent un libre essor,
-qui plane sur la vie, et comprend sans effort
le langage des fleurs et des choses muettes ! "*

Spleen et Idéal. BAUDELAIRE

A notre Président de Jury,

Monsieur le Docteur Jean PARRET

Professeur de catégorie exceptionnelle
à l'U.E.R. des Sciences Odontologiques de Lyon

*Nous avons su apprécier son esprit de
synthèse et de rigueur.*

*Nous le remercions de nous avoir toujours
apporté son soutien dans l'élaboration
de ce travail.*

*Nous lui exprimons toute notre gratitude
pour avoir accepté de présider cette
thèse.*

A nos Juges,

Monsieur le Docteur Roger VINCENT

Professeur de catégorie exceptionnelle

à l'U.E.R. des Sciences Odontologiques de Lyon

Nous avons toujours été séduits par sa grande autorité.

Nous le remercions de la confiance dont il nous honore au sein de l'U.E.R.

Nous lui sommes reconnaissants d'avoir bien voulu juger ce travail.

Monsieur le Docteur Jean POULARD

Professeur de 1er Grade

à l'U.E.R. des Sciences Odontologiques de Lyon

Il nous a inspiré ce travail ;

Sa grande tempérance a permis qu'il soit réalisé dans les meilleures conditions.

Nous admirons en lui l'homme de grand savoir et le chef de service exemplaire.

Monsieur Jacques DUMAS

Docteur es Sciences

Maître Assistent à la Faculté des Sciences de Lyon

Vous m'avez accueilli dans votre laboratoire, vous m'avez dirigé et soutenu sans jamais vous départir d'une patience inébranlable.

Vous m'avez donné confiance en moi.

Merci.

Monsieur le Docteur Jean BLANC-BENON

Professeur de 2^è Grade

à l'U.E.R. des Sciences Odontologiques de Lyon

*Il cache sous une apparente rudesse
extérieure une grande sensibilité.
Nous avons toujours trouvé auprès de
lui des conseils judicieux.
Nous sommes heureux qu'il fasse partie
de ce jury.*

Monsieur le Docteur Henri MAGLOIRE

Professeur de 2^è Grade

à l'U.E.R. des Sciences Odontologiques de Lyon

*Sa maîtrise en microscopie électronique
nous a été d'une aide précieuse.
Nous le remercions pour la disponibilité
qu'il a toujours su montrer à notre égard.*

A mes amis,

A mes collègues,

Aux membres de l'A.B.R.R.

Je tiens particulièrement à remercier

Jacqueline BOUMENDIL, Claudine VITTORELLI, Albert PERRAT,
du C.M.E.A.B.G.

*pour leurs conseils et leur très grande patience à mon
égard.*

Jean-Paul QUILLON,

*histologiste talentueux qui m'a aidé et conseillé dans
les techniques de préparation histologique.*

Jean-Paul AUREY et Gérard DURU, chargés de recherche
au C.N.R.S.,

sans qui l'analyse statistique n'aurait pu être.

Les travaux de microscopie électronique ont été effectués dans le cadre du C.M.E.A.B.G.

S O M M A I R E

=====

INTRODUCTION	6
CHAPITRE I : POSITION DU PROBLEME	7
1.1. DÉFINITION	7
1.2. PRINCIPES DE L'ADHESION - APPLICATION A LA DENTISTERIE	8
1.21 FORCES INTERVENANT DANS LE PHENOMENE D'ADHESION	8
1.211 Adhésion chimique	8
1.212 Adhésion physique	9
1.213 Limites d'action	11
1.22 FACTEURS INTERVENANT DANS L'ADAPTATION DU MATERIAU	12
1.221 Les surfaces de contact	12
1.222 La mouillabilité	13
1.2221 Facteurs défavorables intervenant au niveau du site récepteur	14
1.2222 Facteurs favorables intervenant au niveau du site récepteur	15
1.2223 Facteurs intervenant au niveau du matériau	17
1.3 REVUE CRITIQUE DES TECHNIQUES DE MESURE DE L'INTERFACE	19
1.31 METHODES DE MISE EN EVIDENCE INDIRECTE	19

1.311 Percolation	20
1.312 Bactéries	20
1.313 Air comprimé	22
1.314 Isotopes radio-actifs	24
1.315 Activation atomique de neutrons	26
 1.32 METHODES DE VISUALISATIONS DIRECTES	 27
 1.321 Télévision intra-orale	 27
1.322 Les microscopes	28
 1.3221 Le microscope photonique	 28
1.3222 Le microscope électronique à balayage	33
1.3223 Microsonde à balayage	36
 1.33 LES TECHNIQUES ACTUELLES DE PREPARATION DES ECHANTILLONS EN MICROSCOPIE ELECTRONIQUE ET OPTIQUE	 39
 1.331 Sans coupe préalable	 39
1.332 Préparations faisant intervenir une technique de coupe	40
1.333 Les techniques d'inclusion	42
 1.34 METHODE IDEALE DE MESURE DE L'INTERFACE	 43
 CHAPITRE II : MISE AU POINT DES TECHNIQUES NECESSAIRES POUR L'APPROCHE D'UNE MESURE IDEALE DE L'INTERFACE	 49
 2.1. TRAVAIL SUR MATERIEL BIOLOGIQUE	 49

2.11 CHOIX DE L'ANIMAL	49
2.12 ANESTHESIE	51
2.13 TEMPS PRE-OPERATOIRE	52
2.14 TRAVAIL EN BOUCHE	52
2.15 SUIVI POST-OPERATOIRE	54
2.2. TECHNIQUE DES MESURES	56
2.21 PRELEVEMENT DE L'ECHANTILLON	56
2.22 FIXATION	56
2.23 L'INCLUSION	57
2.24 LES TECHNIQUES DE COUPE	60
2.241 Préparation et taille initiale	60
2.242 Obtention de la taille définitive du bloc en ultra microtomie	61
2.25 LE PASSAGE AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE	62
CHAPITRE III : LE MATERIAU UTILISE, SES CARACTERIS- TIQUES, SES EXIGENCES, SON COMPORTEMENT	64

3.1	L'AMALGAME D'ARGENT	64
3.11	POURQUOI A-T-ON CHOISI L'AMALGAME D'ARGENT POUR TESTER NOTRE METHODE ?	64
3.12	QU'EST-CE QUE L'AMALGAME D'ARGENT ?	64
3.13	ELEMENTS POUVANT MODIFIER LES VARIATIONS DIMENSIONNELLES DE L'AMALGAME	66
3.131	Facteurs propres à l'alliage utilisé	66
3.132	Paramètres dépendant de la manipulation	70
3.2	UTILISER UN VERNIS ; POURQUOI ?	76
3.21	QUEL VERNIS EMPLOYER ?	76
3.22	AUGMENTATION DE LA RETENTION PAR LE VERNIS	77
3.23	DIMINUTION DU HIATUS GRACE AU VERNIS	78
3.24	VERNIS ET REPRISE DE CARIE	79
3.3.	REPRISE DE CARIE AUTOUR D'UN AMALGAME	80
CHAPITRE IV	: RESULTATS : APPLICATION DE LA TECHNIQUE A LA MESURE DE L'INTERFACE DENT - AMALGAME D'ARGENT	83
4.1.	PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL	83

4.2	RÉSULTATS	84
4.21	ETAT GENERAL DE L'ANIMAL	84
4.22	RESULTATS DE L'EVOLUTION DE L'INTERFACE	91
4.221	Statistique descriptive	92
4.2211	Ligne de régression	92
4.2212	Ajustement linéaire	93
4.222	Analyse de variance simple	93
CHAPITRE V	: DISCUSSION	98
CHAPITRE VI	: CONCLUSION	105
BIBLIOGRAPHIE		107

I N T . R O D U C T I O N

=====

Le hiatus existant entre la dent et l'obturation, nous semble un facteur primordial quant à la pérennité et à la fonction de la restauration par nous insérée en bouche. L'évolution de la valeur de l'interface dans le sens d'un accroissement entraînera, à plus ou moins long terme, un anéantissement de l'acte thérapeutique.

Mieux connaître un problème permet de mieux le résoudre. C'est en appréhendant bien la valeur du hiatus et de son évolution que nous pourrons tenter d'améliorer l'adaptation de l'obturation dans la cavité.

Si la mise en évidence de l'existence de l'interface est chose aisée, le quantifier semble bien plus délicat. Toutes les méthodes proposées jusqu'à présent nous paraissent bien imparfaites.

Dans cette étude, nous nous proposons de mettre au point une technique permettant de mesurer très exactement la valeur de l'interface ainsi que son évolution en bouche.

CHAPITRE I

POSITION DU PROBLEME

1.1 DEFINITION

=====

L'interface est couramment défini comme étant la solution de continuité existant entre deux corps distincts. Dans le cas présent, l'interface est constitué par l'organe dentaire (émail et dentine) d'une part, et le matériau de construction d'autre part.

L'interface existe car il n'y a pas de collage mais simplement juxtaposition entre les tissus dentaires et le matériau. Il semble, à l'heure actuelle, très hypothétique d'envisager la possibilité d'un collage vrai grâce à l'inter-pénétration moléculaire des corps en présence. Même dans le cas de reconstitution à l'aide d'un composite après mordantage, où nous avons une rétention par micro-clavetage, l'interface semble rester présent, car ce clavetage n'est que partiel, tant dans l'espace que dans le temps.

1.2. PRINCIPES DE L'ADHESION - APPLICATION A LA DENTISTERIE

=====

"Un matériau adhésif est une substance adhérant intimement à l'émail, à la dentine ou aux deux sans l'aide de rétention ou de microclavetage. A ce jour il n'existe pas de matériau dentaire adhésif." Council on dental materials and devices 1974. (15).

Nous ne pourrons donc parler dans le cadre des matériaux dentaires que d'adaptation dont la définition donnée par le DORLAND'S Illustrated Medical Dictionary est : "Proximité d'un matériau d'obturation aux murs cavitaires".

Toutefois, d'un point de vue purement théorique, nous allons passer en revue les forces tant chimiques que physiques qui président au phénomène d'adhésion véritable.

1.21. FORCES INTERVENANT DANS LE PHENOMENE D'ADHESION

=====

1.211 ADHESION CHIMIQUE

=====

L'adhésion chimique diffère de l'adhésion physique par le fait que dans la première il y a échange d'électrons entre les deux corps en présence. Par exemple, deux atomes d'hydrogène vont se combiner en échangeant leur électron pour former une molécule d'hydrogène.

Parmi les liaisons chimiques, nous pouvons citer :

La liaison de covalence : véritable composé entre deux molécules.

La liaison ionique : interaction électrostatique entre deux ions de charges opposées.

La liaison métallique : obtenue lors de l'auto-adhésion d'un métal.

DRIESSENS (19) étudie le type de liaison existant dans le substrat et dans l'adhésif. Pour qu'il y ait adhésion vraie il faudrait qu'il existe à priori le même type de liaison dans les deux corps en présence.

T y p e d e		L i a i s o n d a n s	
Substrat	Adhésif	Le Substrat	L'Adhésif
Email	Sealant	Ionique/Covalente/Hydrogène	Covalente
Dentine	Vernis	Ionique/Covalente/Hydrogène	Covalente
Dentine	Composite	Ionique/Covalente/Hydrogène	Covalente
Or	Porcelaine	Métallique	Ionique/Polaire
Metal	Soudure	Métallique	Métallique

Adhésifs et substrats en dentisterie d'après DRIESSENS (19)

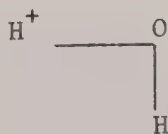
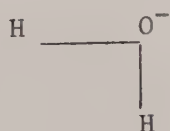
DRIESSENS classe la liaison hydrogène dans les liaisons chimiques, en fait ce type de liaison se situerait plutôt dans les liaisons physiques.

1.212 ADHESION PHYSIQUE

Ce type d'adhésion est caractérisé par l'existence de dipôles.

La liaison hydrogène :

Cette liaison physique est un genre spécial d'interaction dipole-dipole.



L'énergie est faible comparée à celle des liaisons de covalence : de 2 à 7 Kcal. par mol au lieu de 40 à 150 Kcal (11).

Les liaisons plus faibles correspondent aux forces de WAN DER WALLS. Leur force est inférieure à 2 Kcal./mol. On peut selon BUQUET (12) les diviser en 3 types :

Interaction de KEE SOM : semblable en plus faible à la liaison hydrogène, son énergie répond à la formule :

$$E = - \frac{2/3 \cdot M^4}{KT} \cdot \frac{1}{r^6}$$

M : moment dipolaire permanent.

r : distance entre les particules

K : constante de BOLTZWANN

Interaction de DEBYE : réaction entre un dipole induit par un dipole permanent. Son énergie est de :

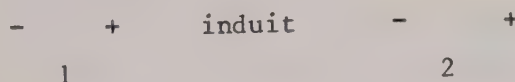
$$E = \frac{2 \alpha M^2}{r^6} \quad \nabla$$

M : moment dipolaire inducteur.

α : polarisabilité de la particule induite.

r : distance entre les particules

Energie de London : il y a création de moment dipolaire du fait de l'inégalité de répartition des électrons. Nous aurons par induction un dipole orienté en sens opposé au 1er.



induction de 2 par 1

Cette correspondance va se traduire par une force de liaison dont la formule est :

$$E = -3/4 E. \quad 2 \quad \frac{1}{r^6}$$

E = énergie d'ionisation

r = distance entre les particules

1.213 LIMITES D'ACTION =====

Ces liaisons tant physiques que chimiques n'existent que lorsque les deux corps sont très proches l'un de l'autre (de l'ordre de 2 à 3 Å).

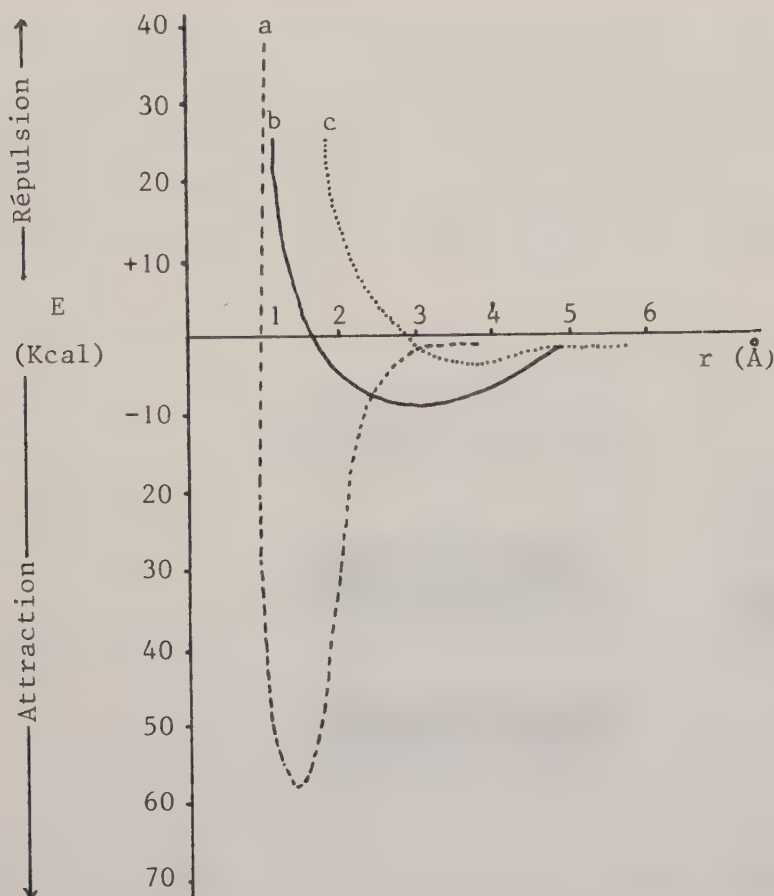


Schéma n° 1 : Courbes de potentiels d'énergie de différents types de liaisons inter-atomiques :

- a : liaisons covalentes.
- b : liaisons hydrogènes.
- c : liaisons dues aux forces de VAN DER WALLS.

(d'après HOUWINK et SALOMON) Selon BUQUET (12)

Deux corps parfaitement lisses comme deux feuilles de mica ont une force adhésive naturelle de 1200 Kg/F (11). Mais cette adhésion peut être détruite par le passage d'une molécule d'eau qui exerce une force de 2000 atmosphères pour séparer les deux surfaces. Il faut donc non seulement avoir deux surfaces lisses en contact, mais aussi maintenir ce contact. En dentisterie, nous aurons certains critères à respecter pour obtenir et maintenir une meilleure adaptation du matériau dans la cavité.

1.22 FACTEURS INTERVENANT DANS L'ADAPTATION DU MATERIAU

1.221 LES SURFACES DE CONTACT

La surface la plus lisse réalisée artificiellement par polissage est 250 fois plus rugueuse que celle du mica. Les instruments dentaires les plus fins réalisent une surface 10^6 fois plus rugueuse que le mica (19). Il est donc vain de parler d'adhérence moléculaire. Il ne peut se produire un contact entre le matériau de restauration et l'organe dentaire qu'au niveau des pointes des aspérités (11).

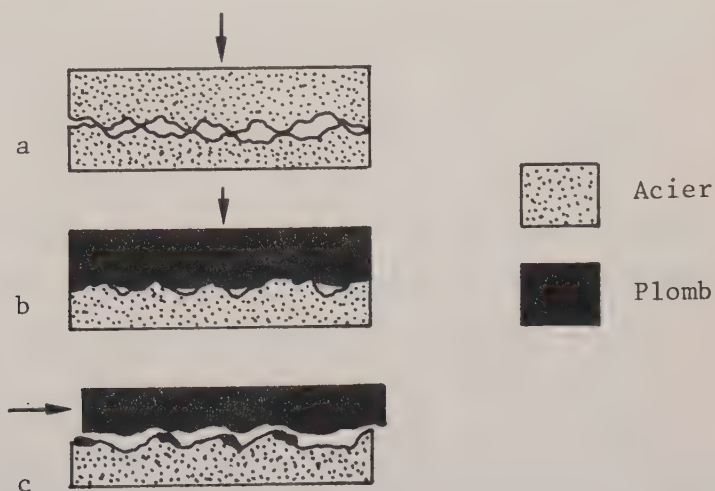


Schéma n° 2 : Nature du contact entre des surfaces sous pression
d'après BUONOCORE (11)

D'après le schéma, nous voyons qu'entre deux métaux durs, ces contacts subiront sous pression une contrainte forte. Quand cette pression sera levée, l'élasticité du matériau suffira à briser le contact.

Par contre, si le contact s'établit par exemple avec un métal dur (acier) et un métal mou, tel que le plomb ou l'indium, nous assisterons sous pression à un fluage du métal mou augmentant les points de contact. Lors de l'arrêt de la pression, les contacts pourront ne pas être cassés du fait de la faible élasticité de ce métal. Toutefois, il se produira une rupture dans le matériau lui-même si des forces latérales de désinsertion sont exercées.

Pour augmenter "l'adhésion" entre matériau et organe dentaire, on pourra avoir recours à des liquides adhésifs s'interposant entre les deux corps. Dans le cas des composites ce seront des résines liquides. Dans le cas présent, soit pour l'amalgame d'argent, nous pourrions employer un vernis insoluble adhésif.

Il est toutefois primordial d'obtenir au niveau des tissus dentaires des surfaces très lisses afin d'obtenir l'interface le plus régulier possible. BOYDE (9,10), après avoir réalisé une analyse très fine au Microscope Electronique à Balayage de la coupe obtenue, au niveau de l'émail et de la dentine, avec différents de nos instruments, a jugé que les résultats les meilleurs étaient obtenus :

- pour la dentine : avec des fraises de type fissure à inlay en carbure de tungstène.
- pour l'émail : avec des disques très fins en papier émerisé.

Le risque secondaire d'une surface imparfaite réside dans l'emprisonnement d'air qui du fait des variations thermiques enregistrées dans la cavité buccale causera une contrainte non négligeable au niveau de l'interface.

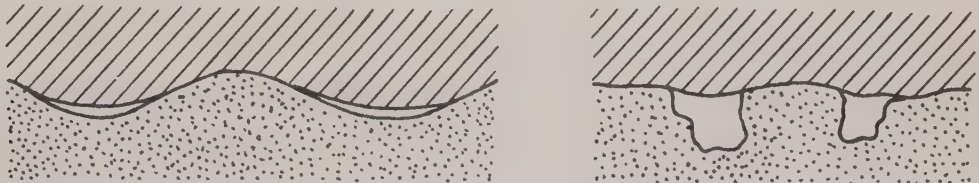


Schéma n° 3 : Les risques d'inclusion de bulle d'air à l'interface entre le substrat et l'adhésif sont plus importants lorsque l'interface n'est pas lisse. D'après DRIESSENS (19).

1.222 LA MOUILLABILITE

La mouillabilité est fonction de deux paramètres :

- de l'état de surface de la dentine ou de l'émail récepteur, et
- de la tension superficielle du produit d'obturation mis en place.

Plus l'angle de mouillabilité est important, moins nous aurons d'adhérence entre les deux corps en présence.

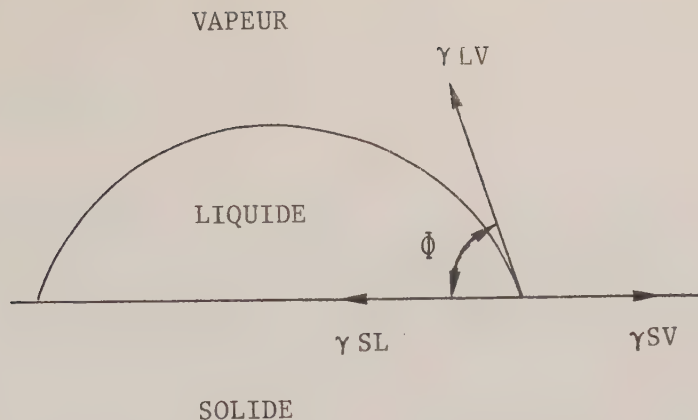


Schéma n° 4 : Angle de contact (θ) entre un liquide (L) et une surface solide plane (S). γ_{LV} , γ_{SV} , et γ_{SL} indiquent les forces libres superficielles (ou tensions superficielles) des interfaces entre respectivement le liquide et la vapeur saturée (V), le solide et la vapeur saturée et le liquide et le solide.

D'après PER OLOF GLANTZ (23)

1.2221 FACTEURS DEFAVORABLES INTERVENANT AU NIVEAU DU SITE RECEPTEUR Selon MAIRIE (51)

La Rugosité.

Il y a formation d'anfractuosités qui jouent le rôle de capillaires bloquant la progression d'adaptation du matériau inséré et augmentant la capture de molécules d'air au niveau de l'interface.

Impureté de la surface dentinaire.

L'adhérence sera bien moindre si la surface dentaire est recouverte de débris, ces débris allant de $0,5 \mu$ à 50μ .

Humidité de la surface dentaire.

Nous avons déjà vu que l'interposition entre deux feuilles de mica d'une molécule d'eau rompt l'adhésion de celles-ci. Cette recherche d'absence d'humidité est illusoire surtout au niveau de la dentine qui se comporte comme "du bois vert" (MARMASSE) rendant impossible toute adhérence vraie. Au niveau de l'émail, nous pourrions obtenir un meilleur séchage.

	émail	dentine
H ₂ O	2,3 %	13,2 %
Organique	1,7 %	17,5 %
Minéral	96 %	69,3 %

Différence de composition entre l'émail et la dentine

Nous devrions toutefois avoir une différence d'adaptation entre une dent vivante et une dent dépulpée du fait de la non irrigation de la dentine, par voie interne pour cette dernière.

Dépôt de film protéique.

Après seulement quelques secondes, une cavité en présence de la salive est recouverte d'une pellicule protéique de 10 nM rendant aléatoire toute adhérence du matériau.

1.2222 FACTEURS FAVORABLES INTERVENANT AU NIVEAU DU SITE RECEPTEUR

Polarité des protéines.

Selon ULY et CHANG, d'après MARIE (51), il y aurait une énergie de polarité de 17 % au niveau de la dentine rendant meilleure la mouillabilité.

Augmentation de la mouillabilité par pré-traitement.

Ces mêmes auteurs (ULY et CHANG) ont étudié l'angle de mouillabilité d'une goutte d'eau sur la surface dentaire après différents traitements.

TEMPS	Surfaces exposées à :			
	AIR	EAU	acides (à 0, I N)	
			acétique	citrique
0	13°	13°	13°	12°
5'	19°	53°	37°	17°
15'	27°	65°	35°	18°
30'	28°	65°	52°	15
1h	-	72°	50°	18°
2h	35°	75°	-	16°
24h	37°	75°	43°	14°

D'après ULY et CHANG selon MARIE (51)

Ce tableau permet les remarques suivantes :

- 1) La contamination progressive de la surface exposée à l'acide.
- 2) La contamination immédiate de la surface exposée à l'eau.
- 3) L'intérêt du traitement par l'acide citrique car il est seul à provoquer des changements dans les caractéristiques de la surface dans le sens d'une grande démouillabilité.

L'augmentation de l'angle correspondrait à une ré-humidification de la surface dentaire répondant au schéma suivant.

"Tracé schématique du mécanisme possible de l'accroissement observé de l'humidification de la surface dentaire après léger meulage et/ou décapage.

a) Surface dentaire normale montrant la phase minérale avec des molécules organiques couvrantes ayant des groupes soit fortement (cercle) soit faiblement (lignes ouvertes) chargés.

b) La suppression de la plus grande partie des molécules organiques change le groupement des molécules organiques, expose les groupes fortement chargés et facilite l'accès à la phase minérale.

c) Si cela est possible, c'est à dire si les voies de circulation organiques ne sont pas obstruées, de nouvelles molécules apparaissent au bout d'un certain temps à la surface, la rendant à nouveau plus facilement humidifiable".

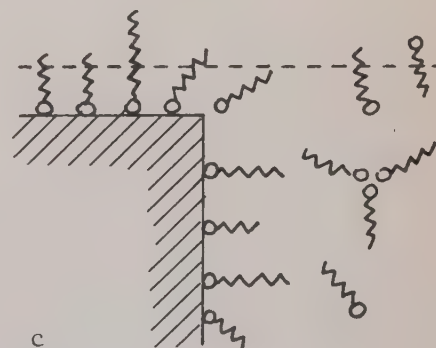
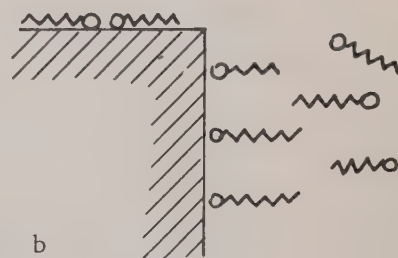
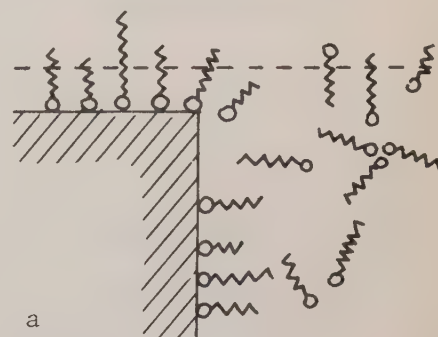


Schéma n° 5 :

D'après PER OLOF GLANTZ (23)

1.2223 FACTEURS INTERVENANT AU NIVEAU DU MATERIAU

L'angle de mouillabilité est très différent suivant le matériau utilisé.

Quelques valeurs de γ_L et γ_S (d'après HOUWINK et SALOMON) Selon BUQUET et SANTORO (12).

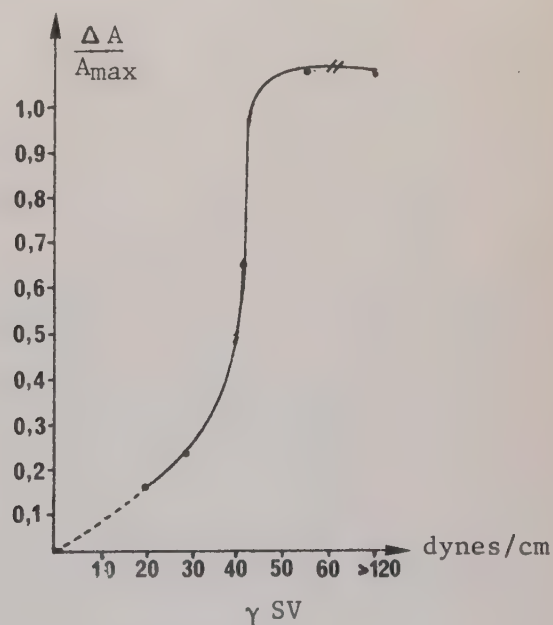
<u>Solides : γ_S en ergs/cm²</u>		<u>t°</u>	Energie libre de quelques solides
Or	1000	1450	
Cuivre	950	1740	
Argent	907	1130	
Etain	215	685	
Cire de paraffine	29,5	65	
Benzène	5,32	22	
P.T.F.	20	18,5	
<u>Liquides : γ_L en dynes/cm²</u>			Tension superficielle de quelques liquides en dynes/cm
Eau	72,8		
Salive	54		
Glycérol	63,4		
Tricrésyl-phosphate	40,9		
Résines époxy (colles)	30-47		
Alcool méthylique	22		
Nitrocellulose (colle)	26		

L'adhésion du matériau dans la cavité est en relation directe avec la tension superficielle du produit comme nous pouvons le voir dans le schéma suivant.

Schéma n° 6 :

D'après PER OLOF GLANTZ (23)

Relation trouvée entre les propriétés d'adhésion cliniquement enregistrées des solides $\Delta A/A_{max}$ et leur tensions superficielles (γ_{SV})



Lors de l'utilisation de composite, l'emploi de résine de basse tension superficielle, donc de bonne mouillabilité comme agent de liaison après mordantage, est bénéfique. La résine fluide étant de formule similaire à celle du composite, nous aurons une imbriuation entre ces deux produits ; au niveau amélaire, la résine liquide aura tendance à combler, bien qu'imparfaitement malheureusement, les porosités créées dans l'émail mordancé. La tenue du matériau sera assurée grâce à un micro-clavetage.

Il en va tout autrement au niveau de l'amalgame. Le mercure a en effet une tension superficielle très haute : qui ne lui confère aucun caractère mouillant vis à vis de la dent.

L'amalgame même condensé mécaniquement ne pourra en aucune façon s'insinuer dans les micro-porosités. L'adaptation de l'amalgame doit donc être assurée par des rétentions macroscopiques.

Du fait du caractère négatif du pouvoir mouillant de l'amalgame d'argent, il peut sembler utile d'interposer entre le produit d'obturation et l'organe dentaire au niveau dentinaire, un produit stable, non soluble dans l'eau et de tension superficielle faible, ceci afin de permettre à l'amalgame d'être en contact avec un film plus lisse que la dentine.

C'est ce que nous avons recherché en utilisant systématiquement un vernis protecteur.

1.3. REVUE CRITIQUE DES TECHNIQUES DE MESURE DE L'INTERFACE

=====

De nombreuses et ingénieuses techniques ont été mises au point pour étudier la perméabilité marginale, donc l'interface existant entre la dent et la restauration insérée.

Ces travaux étudient la percolation, le joint marginal, la pénétration liquidienne, la pénétration capillaire, la reprise de carie marginale et beaucoup d'autres expressions du phénomène du hiatus existant autour de la restauration.

Certaines études, certaines techniques peuvent nous paraître désuètes, pourtant toutes ont participé à la meilleure compréhension d'un phénomène encore obscur.

Toutes ont eu le mérite d'être une tentative de recherche, souvent imparfaite bien sûr, mais combien nécessaire. Parmi ces méthodes de recherches nous pourrions définir deux grandes catégories : premièrement les recherches de mise en évidence indirecte et deuxièmement les techniques de visualisation directe de l'interface.

1.31. METHODES DE MISE EN EVIDENCE INDIRECTE

Ces auteurs avaient le désir de savoir s'il y avait ou non hiatus. En effet au début du siècle il était couramment admis qu'il existait une adaptation optimale entre la dent et l'obturation. G.V. BLACK disait d'ailleurs que l'adaptation aux murs cavitaires et l'absence de rétraction ou d'expansion sont deux qualités requises pour les matériaux d'obturation définitifs.

Malheureusement à l'heure actuelle ce désir ne peut être qu'un vœux. Ces méthodes ne tendent donc pas à avoir une idée quantitative mais juste une valeur qualitative

1.311 PERCOLATION

C'est la méthode la plus simple de mise en évidence. La dent porteuse d'obturation est immergée dans de l'eau glacée durant trente secondes, puis après avoir été séchée, la dent est réchauffée par les doigts la tenant et examinée au binoculaire optique. Invariablement des petites gouttes de liquide exudent à la limite dent restauration (NELSON 1952), d'après LEE (44).

Ce qui prouve qu'il existe bien une solution de continuité qui par cette méthode ne peut toutefois être quantifiée.

1.312 BACTERIES

FRASER (60) en 1929 étudie le joint au niveau de l'amalgame essayant de mettre en évidence le passage de bactéries in vitro autour de celui-ci.

Un milieu de culture stérile est déposé au fond d'ampoules de verre qui sont scellées à l'amalgame d'argent puis mises en étude en contact avec une culture d'Eschericha Coli et de Bacille protéus.

Le milieu de culture restera stérile dans 70 % des cas ce qui fit conclure FRASER à une bonne hermeticité du joint.

Par la suite SELTZER en 1955 (d'après PICKARD (60)) répète l'expérimentation en la compliquant par des cyclages thermiques qui augmentent la pénétration de bactéries.

Le cyclage thermique a pour but de reproduire les différences de température enregistrées chez l'homme lors de l'ingestion d'aliments chauds ou froids.

Suivant les auteurs (30, 46, 51) la dent restaurée est sucessivement trempée dans un liquide dont la température est de zéro à quatre degrés C. puis dans une autre solution dont la température est comprise entre 50 et 60 ° C. La durée d'immersion dans chaque bain varie suivant les auteurs de 30 secondes à une minute.

Le Processus est répété de 10 à 200 fois.

Plus tard MORTENSEN en 1965 (57) étudie le passage dans l'interface, in vitro sur dents sèches obturées à l'amalgame d'argent, de *Serratia Marcescens*.

L'assemblage étant réalisé suivant le schéma n° 7.

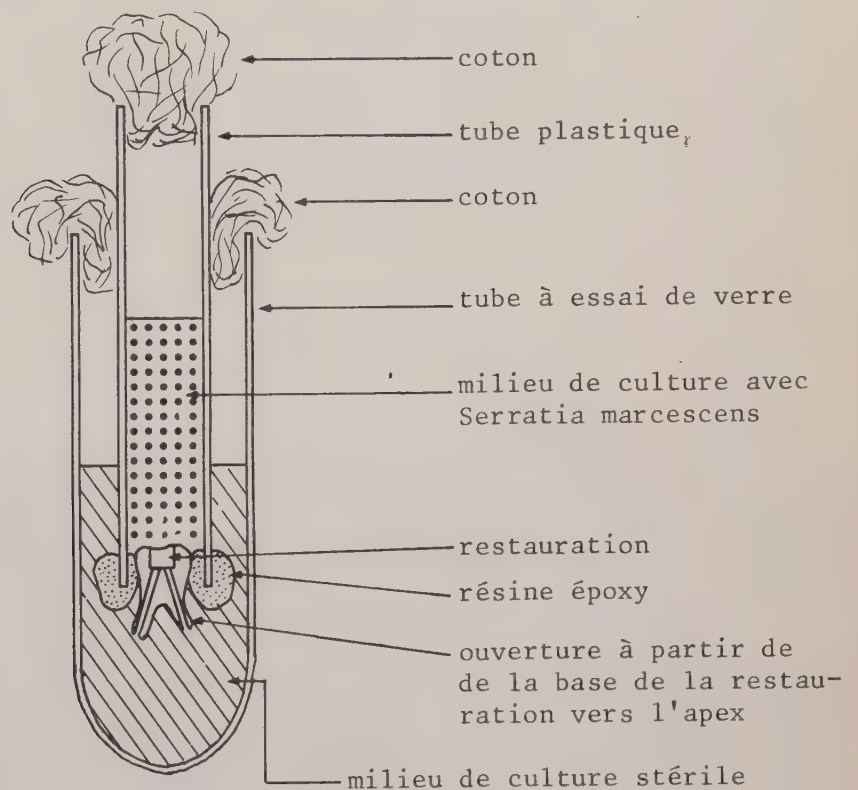


Schéma n° 7 : Montage utilisé pour tester l'intégrité marginale selon
MORTENSEN (57)

Les dents sont ensuite soumises à des cycles thermiques de -6 à 37° . Il n'y a pas d'augmentation de température supérieure à 37° afin de ne pas tuer les bactéries.

La pénétration des bactéries semble directement proportionnelle au coefficient de dilatation thermique du produit de restauration employé.

Cette méthode pénétration de bactéries semble hautement criticable. D'une part du fait de l'utilisation de thermo-cycles, méthode artificielle non reproductible in vivo. D'autre part les auteurs ne tiennent pas compte du fait de la possibilité d'inhibition bactérienne par certains types de produits de restauration donnant donc un faux semblant d'absence d'interface.

1.313 AIR COMPRIME

=====

La première étude est due à HARPER en 1912 (60) qui a étudié le passage d'air comprimé au niveau de l'interface de restaurations effectuées dans des tubes métalliques.

PICKARD et GAYFORD 1965 (60) immergent des dents obturées dans un fluide. Ils mesurent la pression critique à laquelle il y a équilibre entre le fluide et l'air comprimé insufflé par l'apex de cette dent.

Connaissant la tension du fluide utilisé, il est possible de calculer la dimension du hiatus.

Ces auteurs considèrent le hiatus comme une série de défauts de différents calibres. Chaque défaut est traité séparément et le total des "channels" correspond au volume de l'interface.

D'après ces auteurs plus l'interface est minime plus l'attraction capillaire est grande.

En fait différents facteurs limitent la valeur de cette méthode. Outre la complexité et l'approximation obligatoire des calculs nécessaires pour mettre en évidence l'importance de l'interface il est possible qu'il y ait jonction entre

les différents "channels" rendant erronés les calculs sophistiqués de surface par équilibre de pression.

GRANATH 1970 (29) utilise aussi l'air comprimé pour quantifier le hiatus. Le schéma de montage est toutefois assez complexe cf sh. n° 8.

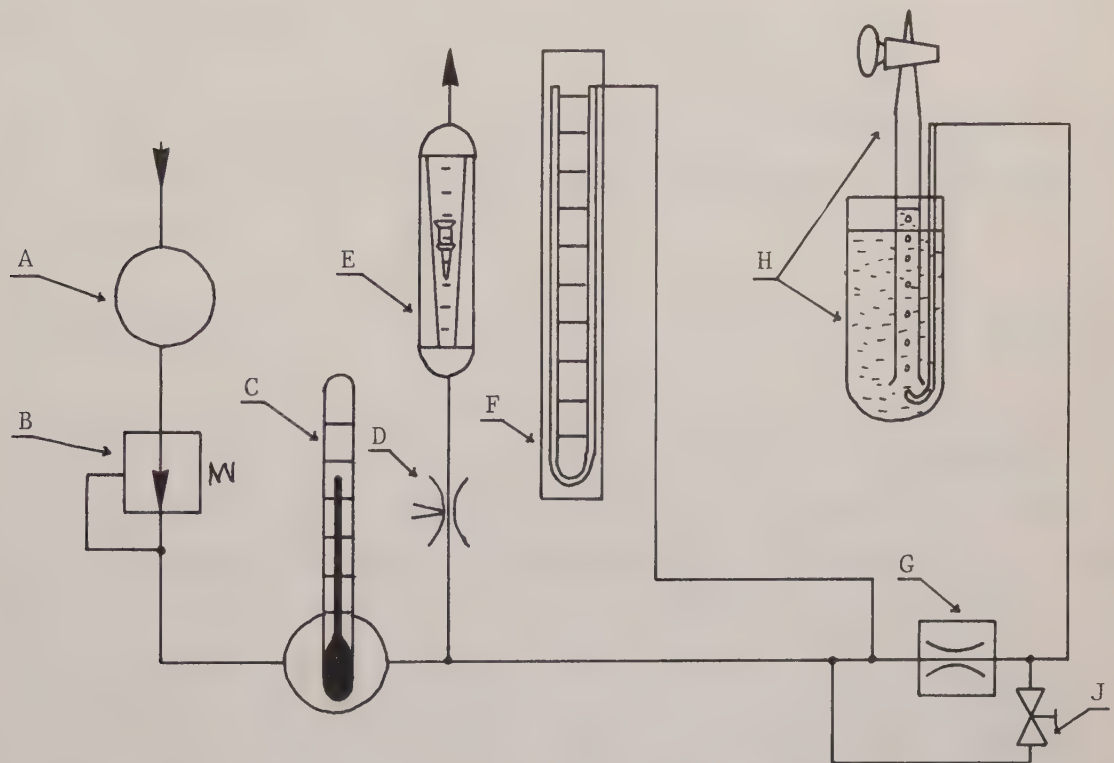


Schéma n° 8 : Schéma de montage de l'appareil utilisé

A : Filtre	B : Régulateur de Pression	C : Thermomètre
D : Pointeau	E : Débit-mètre	F : Manomètre
G : Porte-objet	H : Contrôle du débit d'air	J : valve de vidange

d'après GRANATH (29)

Un disque circulaire avec un trou central est rempli des matériaux de restauration à tester. Dans le cas d'existence de hiatus l'air ressortira du côté opposé à celui où est appliquée la pression.

Cet air est collecté dans un tube capillaire dont l'extrémité est plongée dans un liquide à basse tension superficielle. La fréquence du passage des bulles

d'air est notée. La taille des bulles varie avec la fréquence de celles-ci suivant la relation suivante :

$$\frac{0,1}{n} \times 10 \times \frac{60}{s} = \frac{60}{ns}$$

n : nombre de bulles pour 0,1 ml d'air

s : nombre de secondes pour le passage de 10 bulles

Il est donc possible d'après l'auteur de calculer aisément le volume d'air passant au niveau du hiatus par unité de temps. La pression et la température doivent être constantes.

Cette technique bien que fiable suivant l'inventeur nous semble assez aléatoire

Cette méthode fait intervenir un montage totalement artificiel. Il ne peut y avoir de comparaison de mesure entre différents auteurs car les paramètres sont nombreux et rendent difficiles la reproductibilité d'un appareil à un autre. La pression de base par exemple dépend de la tension du fluide employé, de la largeur du tube capillaire, de la hauteur de la colonne de fluide.

D'autre part la reproductibilité des résultats avec le même appareil est difficile à obtenir, les mesures n'étant superposables que si l'écart de température entre deux expérimentations est inférieure à 0,1°C. Or GRANATH n'isole pas le montage afin de supprimer les écarts de température.

1.314 ISOTOPES RADIO-ACTIFS =====

La dent porteuse de l'obturation à étudier est recouverte de vernis et l'apex obturé, afin que les isotopes ne pénètrent pas de façon inconsidérée en des endroits non désirés. La dent est ensuite immergée dans une solution contenant le marqueur radio-actif employé, puis elle est sectionnée, et mise en contact avec une plaque photographique. Cette photo une fois développée indique sous forme de halo la pénétration de l'ion le long de la cavité.

Les auteurs adoptent généralement une échelle de valeur qui est la suivante :

- 0 : pas de pénétration
- 1 : pénétration légère
- 2 : pénétration jusqu'au plancher de la cavité
- 3 : pénétration le long des deux murs cavitaires et le long du plancher
- 4 : diffusion dans la dentine sous-jacente
- 5 : diffusion dans la pulpe

Il semble évident qu'il faille envisager avec réserve la pénétration du traceur radio-actif dans la dentine et dans la pulpe. Ceci ne pouvant indiquer qu'une trop grande affinité de l'ion avec le calcium, créant donc un risque d'artefact.

YEN en 1963 (77) a montré la possibilité de passage de Ca^{45} à travers l'émail sain jusque dans la dentine sous-jacente.

PHILLIPS (58, 71) de même que COTHERN (17) et ANDREWS (2) en 1978 ont réalisés de nombreux travaux en utilisant Ca^{45} . PHILLIPS reconnaît la possibilité de résultats contradictoires lors de l'emploi d'ions différents.

GOING (24,25) utilise lui comme traceur l'Iode I^{131} et obtient de fait des résultats différents de ceux de PHILLIPS.

Il fait d'ailleurs une étude comparative en employant quatre ions différents I^{131} , S^{35}_{04} , Ca^{45} , Na^{22} .

L'ion Na^{22} : n'est pas exploitable, car il pénètre d'une façon diffuse même à travers l'émail sain.

Avec l'ion Ca^{45} il existe un risque de liaison avec les phosphates des tissus dentaires qui attirent les ions calcium libres. La pénétration paraît être due à l'électro valence.

En fait il semble que les ions négatifs soient absorbés très fortement à la surface métallique de l'obturation. Les ions de valence positive sont eux absorbés tout aussi fortement à la surface de l'émail et de la dentine. L'ion suivant sa valence ne pénètre pas dans l'interface mais est attiré soit le long des tissus dentaires, soit le long de l'obturation si celle-ci est métallique.

D'autre part en plus du risque d'artefact cette méthode est assez imprécise car il est assez difficile d'évaluer exactement la valeur de l'interface étant donné la piètre qualité des clichés photographiques obtenus.

1.315 ACTIVATION ATOMIQUE DE NEUTRONS

=====

Cette méthode nécessitant des moyens très importants n'a été utilisée à notre connaissance que par deux auteurs : GOING en 1968 (26) et MEYER en 1974 (56).

Ce dernier ayant repris tout en la modifiant la technique du précédent.

Une fois les dents obturées, celles-ci sont plongées dans une solution de nitrate de manganèse, puis après avoir été nettoyés et séchés ces échantillons sont placés dans le coeur d'un réacteur nucléaire et exposés à un flux de neutrons pulsés à une dose de 1 méga Watt durant deux minutes. Il est à noter que la température interne du réacteur où sont placés les échantillons s'élève à 80°C.

Une fois l'irradiation effectuée, on peut espérer obtenir un comptage de Mn devenu radio-actif. Ceci est réalisé grâce aux émissions secondaires enregistrées à l'aide d'un détecteur à scintillation dont le cristal de germanium est réglé sur la longueur d'onde émise par la manganèse radio-actif.

Du comptage enregistré on pourra espérer déterminer l'interface. Toutefois les résultats obtenus sont très variables. Par exemple pour les restaurations au silicate le comptage détermine par équivalence une pénétration comprise entre 3 et 87 µg de manganèse. D'autre part les restaurations métalliques ne peuvent être testées avec ce corps car sa longueur d'émission est proche de celle de l'argent et de l'or.

MEYER (56) déclare inexploitable les travaux de GOING notamment parce que la dent contient du manganèse interférant lors des émissions radio-actives avec celui qui est apporté extemporanément.

Cet auteur propose le Dysprosium, corps ayant trois avantages : une haute sélectivité, une activation rapide, une haute sensibilité caractérisée par un pic mince.

Il existe toutefois deux inconvénients : le Dysprosium est retenu dans les défauts de l'émail et il possède une faible énergie ainsi qu'une période courte rendant les mesures délicates. Celles-ci doivent être effectuées sitôt finie l'irradiation.

Cet auteur donne comme résultat pour une obturation réalisée au silicate un comptage équivalent $23,61 \pm 14,37 \mu\text{g}$ de Dysprosium. Cette méthode est donc hautement imprécise et ne justifie pas à notre sens la mise en oeuvre de tels moyens.

1.32. METHODES DE VISUALISATION DIRECTES

Ces méthodes, comme leur nom l'indiquent, permettent de visualiser l'interface. Elles présentent donc théoriquement le grand avantage par rapport aux méthodes de visualisation indirectes de pouvoir quantifier le hiatus.

1.321 TELEVISION INTRA-ORALE

=====

BURTON A HORWITZ et coll (37) présentent en 1967 cette méthode originale qui a l'intérêt de suivre en bouche le devenir d'une obturation. La technique toutefois est assez sophistiquée.

Une obturation de classe 2 est effectuée en bouche. Une empreinte en est réalisée puis coulée en revêtement et en plâtre jaune. Une cire est appliquée sur le modèle en plâtre. Au parallélogramme il est réalisé 2 trous parallèles dans la cire au niveau des bords de la cavité. Cette cire est ensuite collée sur le modèle en revêtement, puis coulée en or et finie sur le modèle en plâtre. Cet onlay présente donc deux trous permettant de voir la jonction dent-obturation au niveau mésio buccal de la restauration. Ainsi posé en bouche il permet l'observation en télévision microscopique avec un grossissement de 250 fois. Une mesure est réalisée toutes les semaines durant 9 mois.

Cette méthode présente l'avantage de visualiser l'interface d'une façon directe et d'en suivre in vivo le devenir. Toutefois, trois inconvénients peuvent

être retenus :

- le système très élaboré ne permet de traiter qu'un nombre restreint de cas,
- le grossissement est relativement faible (250 fois),
- la visualisation ne peut être qu'externe à la limite dent-obturation.

1.322 LES MICROSCOPES

=====

Le pouvoir séparateur (ou pouvoir de résolution) est la capacité pour un appareillage microscopique de discerner deux points séparés. C'est en fait la distance minimum qui existe entre deux points vus séparément.

Ce pouvoir séparateur y est donné par la relation d'ABBE :

$$y = \frac{1,22 \lambda}{2n \sin u}$$

Avec λ = longueur d'onde de la lumière utilisée.

n = indice de réfraction du milieu où se trouve l'objet.

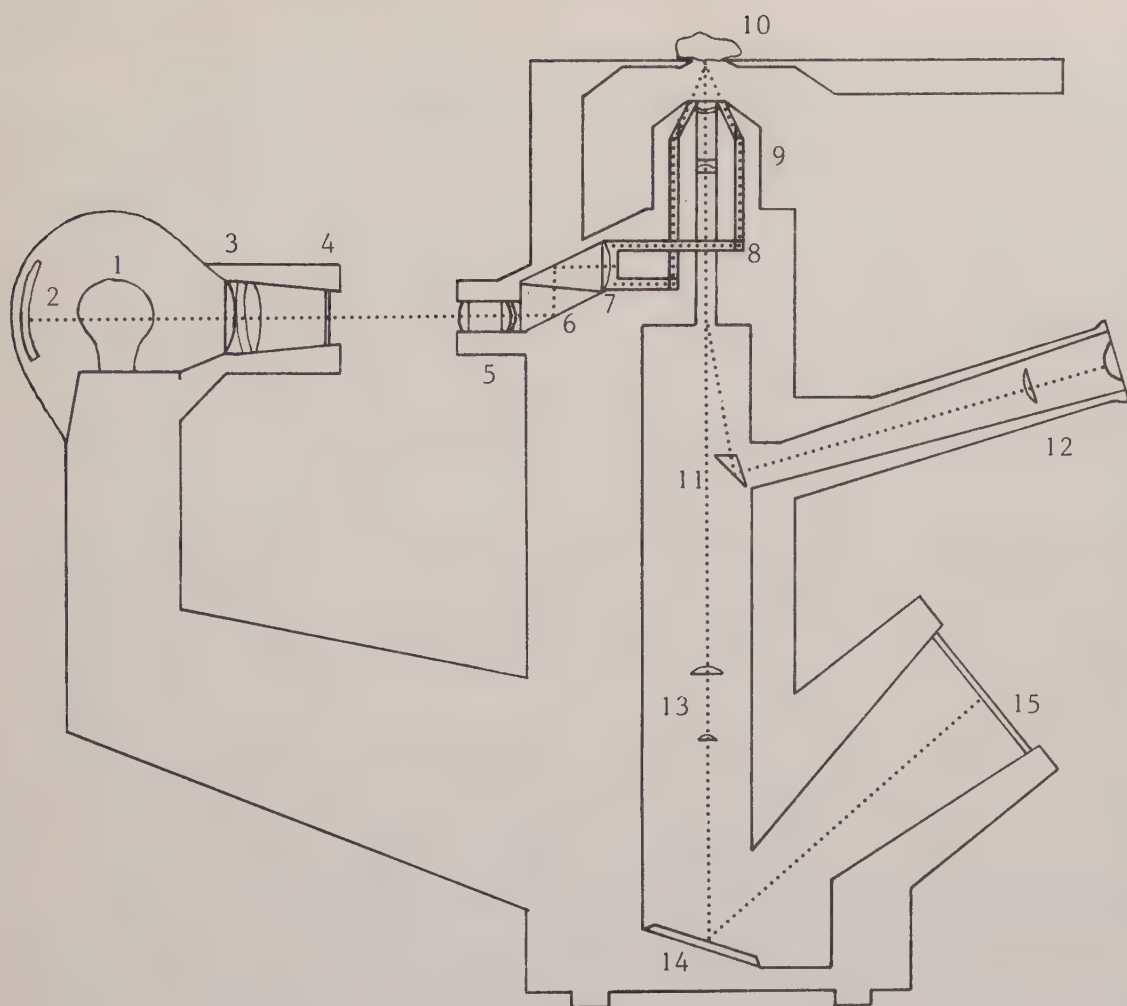
u = angle maximum que l'axe du microscope fait avec les rayons utiles issus de l'objet.

($n \sin u$ est appelé ouverture numérique de l'objectif du microscope).

1.3221 LE MICROSCOPE PHOTONIQUE

Il existe de nombreux types de microscopes photoniques appropriés aux besoins de l'utilisateur, mais, quelque soit le type auquel on s'adresse, les performances obtenues restent limitées par la relation d'ABBE définie ci-dessus. Aussi théoriquement, le pouvoir séparateur maximum que l'on peut obtenir est de 0,2 micron.

Dans notre cas, le microscope photonique le mieux adapté à nos observations est le microscope métallographique. Dans le meilleur des cas, son pouvoir de résolution optimal est de 0,3 micron et sa profondeur de champ est inférieure à 1 micron.



1 : Lampe à incandescence
2 : Miroir de récupération
3 : Collecteur
4 : Filtre coloré
5 : Diaphragme- iris
6 : Prisme de déviation
7 : Diaphragme central
8 : Miroir d'illuminateur

9 : Objectif
10 : Préparation à observer
11 : Petit prisme de déviation
12 : Oculaire
13 : Oculaire photographique
14 : Miroir de déviation
15 : Verre dépoli de mise au point
..... : Trajet des rayons lumineux

Schéma n° 9 :

REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UN MICROSCOPE OPTIQUE METALLURGIQUE (TYPE

"Me F" de LEITZ)

Les microscopes employés à cet effet peuvent être un banc métallographique de LEITZ (54) (cf. schéma n° 9) ou encore un microscope de type REICHERT pouvant permettre un examen en lumière réfléchie.

Il est possible aussi de réaliser une microradiographie par contact direct de l'échantillon sur un film soumis à une émission de rayons X. Cette radiographie est ensuite examinée sous microscope à lumière transmise (54). Toutefois ce processus entraîne une perte de finesse due à la grosseur des grains de l'émulsion.

Vu le faible grossissement et le piètre pouvoir séparateur obtenus en microscopie optique, il a été utilisé des traceurs organiques qui sont en fait des colorants et dont la fonction est de pénétrer dans le hiatus afin d'en souligner l'existence.

Divers traceurs ont été employés :

- Le cristal violet : KHERA (40) GOING (25)
- La fluorescéine : HELIE (36) CHRISTEN (14) LOISELLE (48) STUEVER (69)
- Le bleu de méthylène : WILSON (75)
- La Fuchsine : PINTO (61)
- La Rhodamine B : CHRISTEN (14)
- La quinoline, employée pour l'examen en lumière polarisée : GRIEVE (31) KIDD (41) HALS (35)
- Le fluorochrome qui pour être visualisé, doit être activé par une lampe au mercure : HALS (35)

Ces traceurs toutefois ne donnent pas des résultats superposables. Certains pénètrent peu, d'autres pénètrent trop.

La fluorescéine par exemple rentre dans la dentine et pénètre jusqu'à la pulpe, créant ainsi des artéfacts.

La rhodamine B pénètre beaucoup moins : CHRISTEN (14). Ceci est mis en évidence par le tableau suivant où l'action de la fluorescéine est comparée à celle de la Rhodamine B.

Matériau de restauration	Marqueur utilisé (temps d'immersion)	Nombre de restaurations	p é n é t r a t i o n		
			moyenne	valeurs limites	pénétration à la pulpe
Amalgame	Fluorescéine 12 minutes	12	13,4	4 - 16	10
	Rhodamine B 1 heure	10	10,6	5 - 16	5
Amalgame + Vernis	Fluorescéine 12 minutes	10	6	2 - 15	2
	Rhodamine B 1 heure	10	3,2	2 - 5	0
Eugenate	Fluorescéine 5 minutes	11	0 ⁺	0	0
	Rhodamine B 1 heure	12	2,3 ⁺	1 - 4	0
Gutta Percha	Fluorescéine 5 minutes	12	15,6	14 - 16	12
	Rhodamine B 1 heure	10	14,8	5 - 17	9

+ Effet de "quenching"

Pénétration marginale de marqueurs fluorescents d'après CHRISTEN (14)

Nous voyons qu'il n'y a pas de pénétration au niveau de l'eugénate pour la fluorescéine. Ceci ne vient pas d'une coaptation totale du ciment à l'oxyde de zinc le long des parois de cavité, mais d'un phénomène de "quenching". Une interaction chimique se réalise entre la fluorescéine et l'eugénate. L'oxyde de zinc et l'eugénol dissocient tous deux le marqueur.

GOING (25), dans une étude comparative de pénétration entre le cristal violet et l'iode radio-actif obtient des résultats non superposables, qui sont mis en évidence dans le schéma n° 10 page suivante.

Nous pouvons remarquer :

- Une différence notable de pénétration au niveau de l'eugénate, ceci étant dû au phénomène de "quenching" existant entre le cristal violet et ce produit.

- Une pénétration moindre de l'iode 131 par rapport au marqueur organique au niveau du ciment au cuivre, expliqué par GOING comme étant une absorption de l'isotope radio-actif par ce ciment.

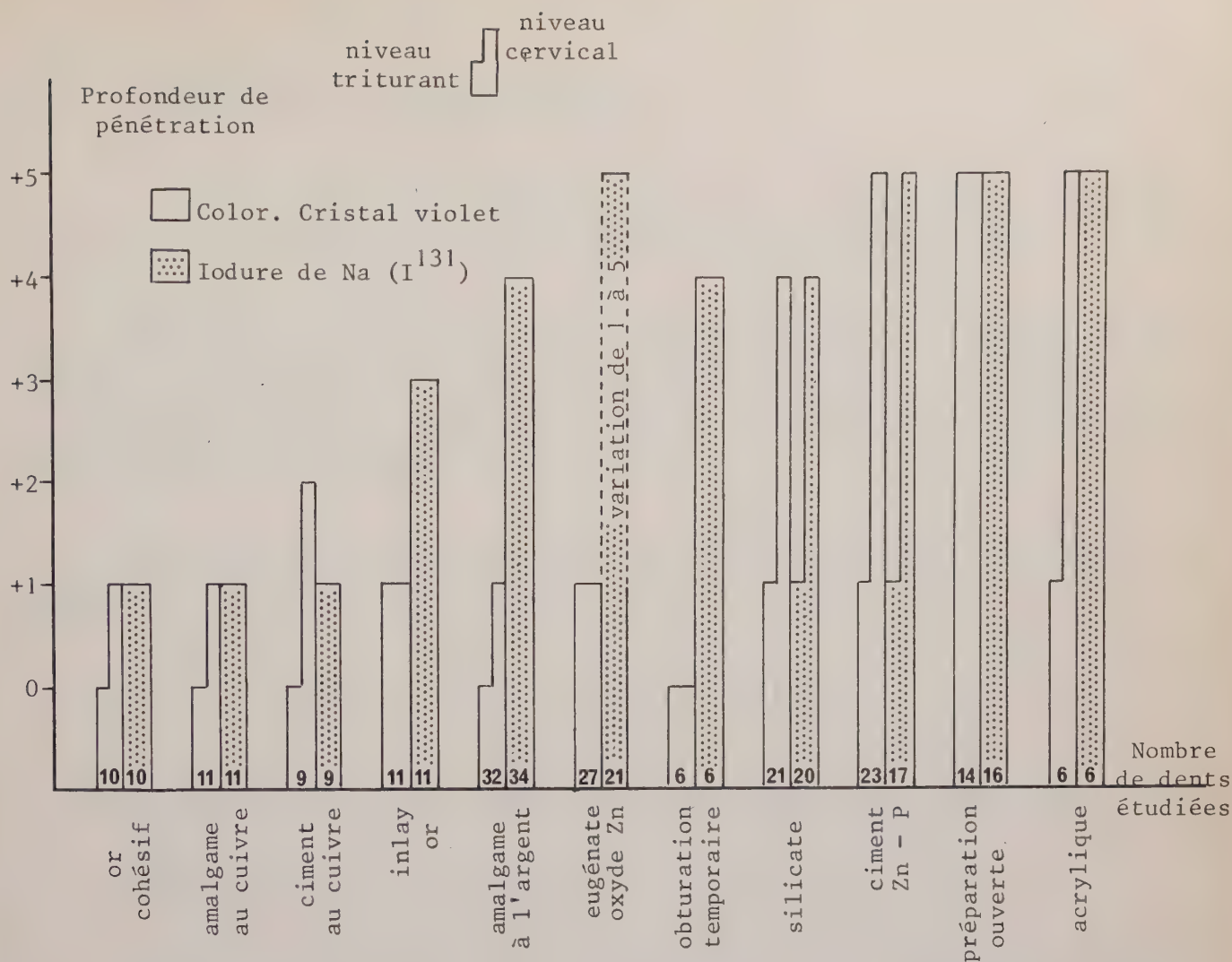


Schéma n° 10 : Pénétration marginale autour de différents produits de restauration
d'après GOING (25)

- Enfin, des discordances non expliquées pour l'or en feuille, l'amalgame de cuivre, l'inlay or, l'amalgame d'argent, le ciment temporaire et le ciment acrylique.

Toutes ces variations révèlent en fait le peu de fiabilité des marqueurs qu'ils soient radio-actifs ou organiques et nous confirment dans l'idée d'obtenir une visualisation directe et probante de l'interface, but pouvant être atteint grâce au MEB.

1.3222 LE MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE

La formule d'ABBE reste valable lorsque l'on s'adresse aux microscopes électroniques et en particulier au microscope électronique à balayage (MEB).

Dans ce cas, la longueur d'onde des électrons rapides utilisés dans ce système est environ 100 000 fois supérieure à celle de la lumière. Pour que ces électrons puissent être arrachés à la cathode et être accélérés, il est nécessaire d'obtenir un vide relativement poussé.

Enfin, dans le cas du MEB, le faisceau d'électrons balaye l'échantillon et permet ainsi une observation en relief.

Les caractéristiques d'un M.E.B. sont les suivantes :

- Grossissement : 15 à 50 000 fois
- Pouvoir de résolution : 100 à 200 Å (soit 0,01 à 0,02 μ)
- Profondeur de champ : 300 fois supérieure au microscope photonique
- Vide : 10^{-4} à 10^{-5} Torr

Le principe du M.E.B. est résumé dans le schéma n° 11 (schéma de l'appareil CAMBRIDGE S 600 utilisé pour nos travaux).

Cet appareillage est constitué essentiellement :

- D'un canon à électrons avec :
 - . Une cathode qui émet les électrons.
 - . Une anode qui attire les électrons et les accélère.
 - . Une électrode de WEHNELT : grille cylindrique entourant la cathode et portée à un potentiel négatif de façon à régler l'intensité du faisceau électronique.
- D'un système de "lentilles électromagnétiques" qui module le faisceau d'électrons (focalisation, correction d'axe, etc...) : les condenseurs, l'objectif.
- D'une chambre de l'échantillon, à la base de la colonne.
- D'un système de détection : les électrons secondaires émis par l'échantillon

sont captés par un scintillateur qui forme des photons.

- D'un photomultiplicateur (système d'amplification).
- D'un système de visualisation constitué d'un tube cathodique.

Le M.E.B. S 600 utilise le mode de l'émission d'électrons secondaires. Pour que cette émission puisse se faire, l'échantillon examiné doit être conducteur. On recouvre donc la surface des échantillons d'une couche métallique extrêmement fine : c'est la métallisation. Le métal choisi est l'or car il est résistant et bon conducteur.

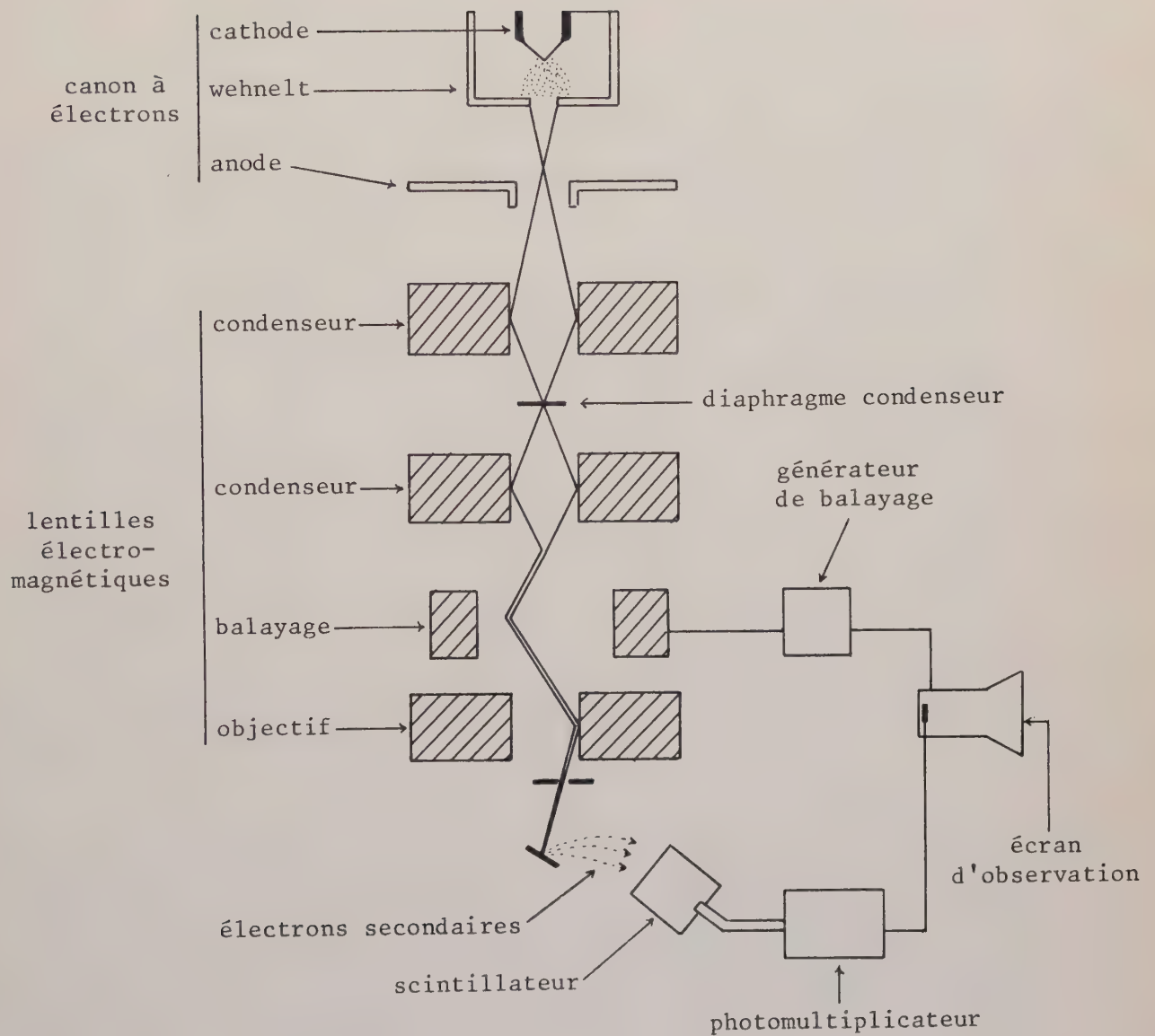
Le principe de cette métallisation est une pulvérisation cathodique sous vide. La source d'or est constituée par une cathode elle-même revêtue d'une pellicule d'or. Lorsqu'une différence de potentiel est appliquée entre cette cathode et l'anode constituée par le support de l'échantillon, il y a arrachement de particules d'or qui se déposent progressivement sur l'échantillon de façon régulière.

Caractéristiques : pression : 100 milli Torr (soit 0,1 mm Hg)
 courant : 10 mA
 voltage : 7 volts
 temps : 3 minutes 30
 épaisseur du dépôt d'or : de 300 à 400 Å

Un autre principe de métallisation consiste à placer l'échantillon dans une enceinte où règne un vide poussé (10^{-5} Torr environ). Un fil d'or est placé sur un filament de tungstène dans cette enceinte. Lorsque le filament est chauffé, l'or fond et s'évapore dans l'enceinte pour se déposer sur la surface de l'échantillon.

Mais cet appareillage est plus adapté aux techniques d'ombrage qu'au type d'observation que nous avons à réaliser.

Schéma n° 11 :



PRINCIPE DU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE

(S 600)

1.322 MICROSONDE A BALAYAGE D'APRES GLAVERT, 1972, (62)

L'équipement consiste essentiellement en un système de balayage, un filtre d'énergie, un détecteur d'électron et un système de lecture-enregistrement. (Schéma n° 12).

Le système de balayage consiste en deux jeux de bobines X et Y, montés en forme torroïde insérés entre les lentilles P_I et P_2 du microscope. Lorsque les bobines de balayage sont excitées par des courants appropriés à partir du générateur de balayage, la diffraction formée selon divers principes peut être visualisée sur un écran d'observation ou sur une caméra du microscope selon une ouverture de définition. Cette ouverture doit être au maximum de $2,5 \mu$ de façon à sélectionner de très petits champs de l'échantillon qui produisent la diffraction.

(Cette ouverture définie peut constituer ce que l'on appelle une ouverture de définition).

Les électrons qui sont à l'origine de la diffraction vont passer à travers cette ouverture définie et se heurtent à un filtre d'énergie. Il s'agit d'un filtre électrostatique formé de 2 électrodes portées au potentiel de la terre entre lesquelles une troisième électrode torroïde est portée à un haut voltage voisin de celui du canon d'électrons de la colonne microscope.

Le potentiel de cette électrode centrale est obtenu par une sortie supplémentaire de la haute tension du microscope électronique. Cette sortie est prise à une réserve de dépolarisation où se trouve un volt-mètre qui est étalonné entre -30 V et +300 Volts. Ce potentiel de dépolarisation est ajouté au potentiel d'alimentation avant qu'il ne soit appliqué à l'électrode de haut voltage du filtre d'énergie.

En dessous du filtre d'énergie se trouve un scintillateur, suivi d'un tube photo-multiplicateur. Les scintillations détectées par le photomultiplicateur sont envoyées sur l'axe Y d'un enregistreur X-Y, l'axe X de l'enregistreur étant balayé en synchronisation avec le courant d'alimentation des bobines de balayage X.

La diffraction est formée sur l'écran de visualisation selon un mode classique. La dépolarisation sur le filtre d'énergie se forme de façon à ne faire passer que les électrons qui n'ont pas perdu d'énergie (ou qui n'ont perdu que quelques volts).

Dans ces conditions, les électrons qui sont expulsés des atomes sont dispersés en tous sens. Ils ont perdu de leur énergie et ils donnent naissance à une dispersion diffuse autour du spot central de diffraction. Ce "bruit de fond" peut être éliminé en quasi totalité.

Par contre, les électrons qui ont seulement sauté des niveaux d'énergie perdent peu d'énergie, mais celle-ci correspond à une valeur précise. Ils créeront ainsi des spots de diffraction autour du spot central et ils pourront être enregistrés.

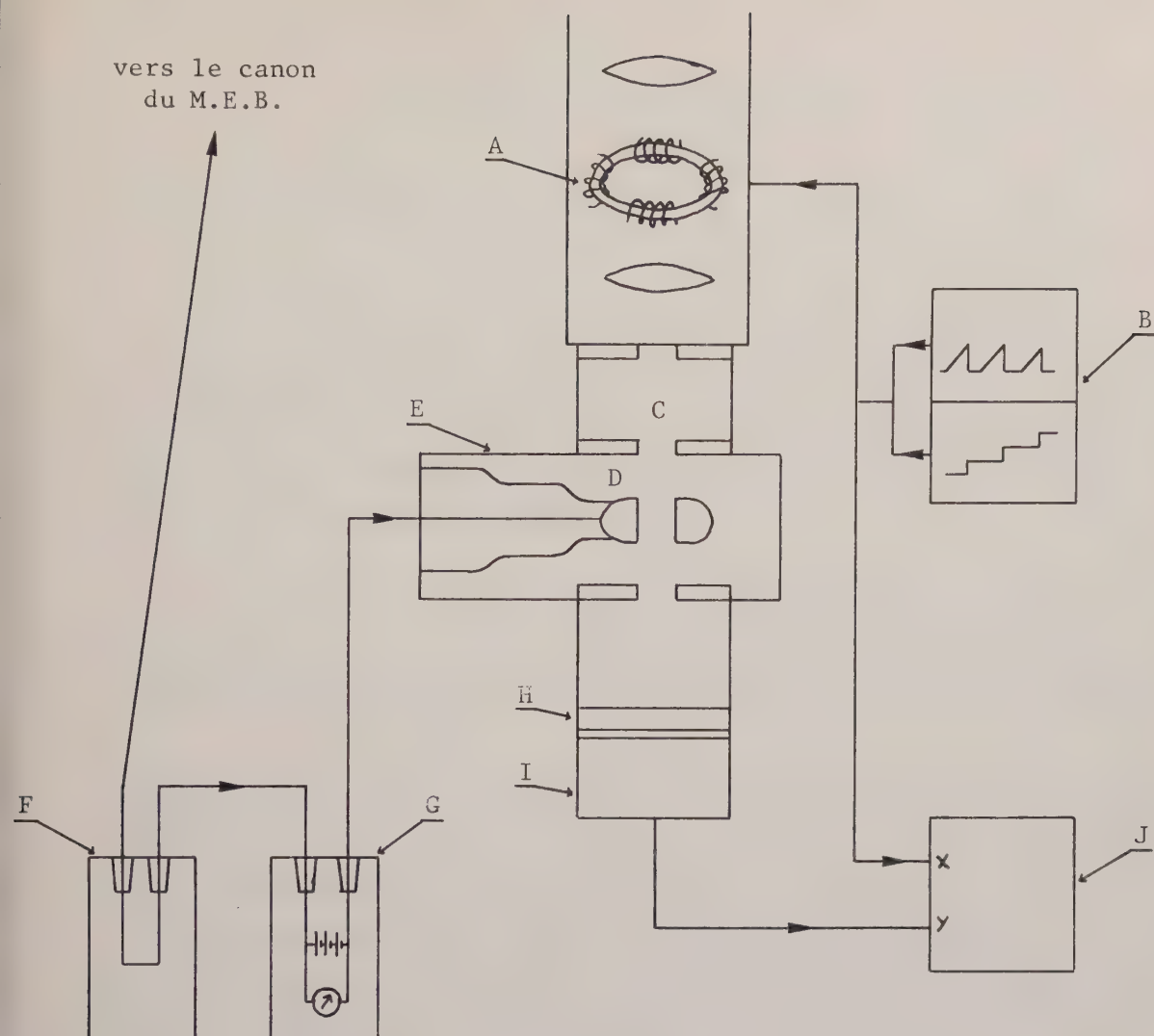
En application de ce principe :

- Si les bobines de balayage X sont mises sous énergie de façon simultanée au système d'enregistrement et si l'on fait une simple observation de l'échantillon pour obtenir la diffraction, on obtiendra sur l'enregistreur un étalement des intensités et une dispersion spatiale des électrons qui ont sauté des niveaux d'énergie.

- Si, en plus, un courant "en escalier" est appliqué aux bobines de balayage Y ainsi qu'à l'axe Y de l'enregistreur, on pourra obtenir une distribution de l'intensité à travers toute la surface de diffraction (c'est-à-dire qu'on aura une image en 3 dimensions de la parcelle d'échantillon étudiée).

C'est le premier cas qui nous intéresse ici.

Etant donné que chaque élément réagit au flux d'électrons par une diffraction spécifique, une observation au niveau de la jonction dent-amalgame se traduira par une diffraction avec 2 niveaux d'énergie différents et l'on pourra étudier les rapports des différents éléments, ainsi qu'un hypothétique passage de corps appartenant au produit de restauration dans la dentine adjacente.



A : Bobines de balayage

B : Alimentation de balayage

C : Ouverture de définition

D : Electrode haute tension

E : Filtre d'énergie

F : Alimentation haute tension du M.E.B.

G : Pile de dépolariation

H : Scintillateur

I : Photomultiplicateur

J : Enregistreur X-Y

Schéma n° 12 :

PRINCIPE DE LA MICROSONDE A BALAYAGE

1.33. LES TECHNIQUES ACTUELLES DE PREPARATION DES ECHANTILLONS

EN MICROSCOPIE ELECTRONIQUE ET OPTIQUE

1.331 SANS COUPE PREALABLE.

L'examen est réalisé afin d'étudier l'adaptation du matériau de restauration à l'émail. Ce type d'analyse permet l'étude de l'action des différentes techniques de polissage et de brunissage de la dent sur le devenir de l'interface. (32, 39, 53, 73) . Toutefois, cette analyse ne permet pas l'étude de l'évolution du joint puisque la dent doit être extraite.

A cet effet, il semble intéressant d'employer pour ce type d'examen un système de réplique. Ce système consiste à obtenir une empreinte la plus fidèle possible du modèle initial, puis à observer le duplicata ainsi réalisé.

JORDAN et coll. en 1978 (38), utilisent ce procédé pour suivre l'évolution dans le temps de différents types d'amalgames d'argent. La méthode de réplique employée ne semble pas idéale puisque l'empreinte est réalisée à l'aide de silicones en "wash technique", puis le négatif obtenu est coulé en plâtre. Or, nous savons qu'il y a toujours une variation volumétrique lors de l'emploi de silicone. YASUNORI TOMITA (76) lui, propose une technique qui nous paraît à l'heure actuelle très performante . Une première empreinte est réalisée à l'aide d'un silicone puis coulée en plâtre dur. Le modèle obtenu est mis en moufle ; on obtient ainsi une matrice. Une feuille de celluloïde est plaquée sur la dent en plâtre ; le moufle est refermé et mis à cuire dans de l'eau durant une heure à 90°C. Une capsule celluloïde s'adaptant parfaitement sur la face triturante de la dent à étudier est alors obtenue. Une empreinte définitive est réalisée en bouche ; la dent porteuse de la restauration étant préalablement bien nettoyée à l'ypochlorite de sodium, au peroxyde d'hydrogène, puis rincée et séchée. Il est appliqué une résine à basse tension superficielle (l'acétate d'amyle) sur la surface triturante de la dent qui par la mise en place de la capsule sous pression digitale permet l'obtention d'une réplique idéale. Cette empreinte est ensuite dorée sous vide, argentée par dépôt électrolytique et coulée en plâtre dur. La celluloïde est ensuite diluée à l'acétone et la réplique positive est alors définitivement obtenue.

Cette technique ainsi utilisée ne peut permettre qu'une évaluation externe de l'interface au niveau de la coaptation de la restauration avec l'émail.

L'observation de l'adaptation de l'amalgame non seulement au niveau de la surface, mais aussi en relation avec les parois et le fond cavitaire a poussé un certain nombre de chercheurs à élaborer des techniques rendant possible l'approche de ce phénomène.

ROYD HOUSE (65) et LOISELLE (48), après avoir fait pénétrer un marqueur organique au niveau du hiatus, éjectent la restauration de la cavité et examinent au microscope optique la progression du colorant le long des murs cavitaires. Cette technique ne peut donner qu'une idée qualitative du hiatus, mais ne peut en aucun cas quantifier l'importance de l'interface.

1.332 PREPARATIONS FAISANT INTERVENIR UNE TECHNIQUE DE COUPE.

La plupart des auteurs, même dans des parutions récentes : MEURMAN 1975 (55), KIDD 1976 (41), DELVANIS 1978 (18), SMITH 1978 (68), WILSON 1978 (75), réalisent une coupe longitudinale de la dent passant au niveau de l'obturation soit à l'aide d'un disque, soit à l'aide d'une tronçonneuse. Toutefois, cette technique ne permet pas l'obtention d'une coupe régulière. Les striations provoquées par le disque rendent la coupe impropre à l'examen en Microscopie Electronique.

Il y a en effet arrachage et matage de l'obturation. Le hiatus n'apparaît plus. (Ex. photo n° 5). (Coupe exécutée uniquement au disque) D'autre part, cette taille grossière interdit un grossissement élevé ; les auteurs ne dépassent pas d'ailleurs un grossissement de visualisation supérieur à 300 fois (28,43).

Pour affiner la coupe, un polissage de celle-ci est réalisé notamment par LEE (43), GOING (25), GRIEVE (31), MELCER (54), MARIE (51). Cette méthode dérive de techniques de polissage métallographique qui se réalisent à l'aide de disques abrasifs dont le grain va en décroissant, sous eau courante et sans pression. Le polissage est amélioré par des pâtes diamantées dont les grains s'étagent de 6 à $0,1\mu$. Une finition est ensuite réalisée avec des disques en feutre avec adjonction d'alumine (54). On espère s'approcher du poli spéculaire.

S'il n'y a pas de comparaison avec une simple coupe au disque quant à l'état de surface, il n'est pas certain que cette technique mise au point en fait pour le polissage de corps homogènes soit utilisable pour la préparation d'une section de dent porteuse d'une restauration à l'amalgame d'argent.

En effet, deux inconvénients sont à déplorer d'après MARIE (51).

- Premièrement, la dureté de l'amalgame étant différente de celle de la dentine, il se produit une différence d'usure entre les deux corps lors du polissage, qui une fois terminé, conduira à une différence de niveau entre la dentine et l'amalgame. Lors de l'examen au microscope, tant photonique qu'électronique, le hiatus paraîtra plus important qu'il n'est en fait.

- Deuxièmement, et à notre avis cet inconvénient est majeur, il se produira, du fait de la rotation du disque, d'une part un matage de l'amalgame contre la dentine quand le disque tourne de l'amalgame vers la dent, d'autre part, un écrasement de l'amalgame vers le centre de la restauration quand le disque tourne de la dent vers l'amalgame. Dans les deux cas, la mesure de l'amalgame sera altérée.

Dans le but d'éviter ce risque d'artéfacts, LERMAN (46) a imaginé une technique assez originale. Une fois la cavité réalisée, une section est effectuée puis polie avant l'insertion de la restauration. Une plaque de verre est appliquée contre la dent ; l'obturation est effectuée. Une fois la plaque de verre retirée, l'interface peut être examinée directement. En réalité, il se produit une altération de la valeur de l'interface du fait, d'une part de l'obligation de réaliser in vitro ce type de préparation, d'autre part, en raison de l'angle droit formé par la plaque de verre et le bord cavitaire, l'adaptation du produit de restauration à ce niveau est forcément imparfaite.

Toutes ces méthodes de préparation entraînent des possibilités d'artéfacts et ne nous satisfont donc pas pleinement. Nous pensons que seule une technique de coupe plus élaborée peut permettre une approche plus précise de l'interface. Pour ceci, il faut préparer le complexe dent-obturation afin d'éviter que cette dernière ne bouge lors de la coupe.

1.333 LES TECHNIQUES D'INCLUSION

Certains auteurs ne pratiquent pas d'inclusion avant de procéder à la coupe de la dent ; (7,18,31,55,69) . Celle-ci est donc coupée au disque puis examinée. Pour l'étude en microscopie optique, cette technique présente trois inconvénients :

- risque de désinsertion de l'obturation lors de la coupe.
- risque de vibration de la restauration lors de la réalisation de la section provoquant une altération de la valeur de l'interface.
- enfin, l'impossibilité de finir les coupes obtenues car la désinsertion de la restauration serait immédiate.

Certains auteurs, pour pallier ces inconvénients, ont procédé non pas à une inclusion vraie, mais plutôt à un enrobage. (43,51,68,75) . La dent est mise dans un moule dans lequel il est versé une résine à prise rapide. La résine ne peut pénétrer dans le hiatus du fait :

- de sa haute tension superficielle.
- de l'absence de préparation adéquate de la dent à cet effet.
- de son court temps de prise.

Cette technique n'offre que peu d'avantages. SMITH (68), après enrobage dans une résine acrylique à prise rapide déplore la désinsertion de 12 obturations lors de la coupe sur un total de soixante sections effectuées.

Lors de l'étude en Microscopie Electronique à Balayage, outre les inconvénients déjà cités, nous nous heurtons à un artéfact majeur. BERGALL (3), LEE (43), MEURMAN (55) remarquent que des fissures se produisent dans la dentine du fait du vide requis pour la dorure et pour la visualisation en Microscopie Electronique, vides qui sont respectivement de 10^{-1} et 10^{-4} Torr.

En fait ces altérations proviennent d'une mauvaise préparation de l'échantillon. Ces fissures sont dues à un dégazage et une déshydratation de la dent sous vide. Ceci peut être évité par une inclusion vraie. Nous n'avons pas trouvé aussi étonnant que cela puisse paraître d'auteur réalisant une inclusion par substitution avant examen au Microscope à Balayage Electronique. Par contre, pour l'examen en Microscopie optique, MELCER (54), après avoir fixé les échantillons dans une solution de formol tamponné et les avoir ensuite rincés, réalise une technique d'inclusion lente, permettant de remplacer toute l'eau contenue dans la dent par de la résine et d'obtenir ainsi un bloc compact.

1.34. METHODE IDEALE DE MESURE DE L'INTERFACE

Au vu des méthodes actuelles de l'analyse de l'interface, nous pensons qu'il est possible d'imaginer une technique idéale de visualisation de ce hiatus dont nous nous efforcerons de nous rapprocher lors de notre expérimentation.

Il nous paraît évident que seule une technique d'examen direct peut permettre une mesure quantitative de l'interface. D'emblée, nous écarterons l'utilisation du Microscope Optique, à cause de son faible pouvoir séparateur. L'analyse pourra être réalisée à l'aide du Microscope Electronique à Balayage et de la Microsonde. Le premier permettant une étude topographique de l'échantillon, le deuxième donnant la possibilité d'étudier différentiellement la situation des métaux constituant l'amalgame et leur interaction individuels avec l'organe dentaire.

La technique classique de préparation d'un échantillon à visualiser en Microscopie Electronique à Balayage, consiste à passer par le stade du point critique. Cette manoeuvre consiste en une lyophilisation de la pièce à examiner. Nous ne pourrions toutefois pas utiliser ce type de préparation car l'échantillon est alors excessivement cassant et il est exclu de pouvoir exécuter une coupe par la suite. D'autre part, pour éviter tout risque de désinsertion de l'obturation nous sommes obligés d'inclure la pièce à examiner. Nous aurons donc recours à une préparation utilisée en Microscopie électronique à transmission : l'inclusion par substitution.

Afin d'éviter tout risque de fissure et d'altération de l'échantillon celui-ci devra être soumis après fixation à une technique d'inclusion lente, permettant une substitution par la résine de toute l'eau contenue dans la pièce à examiner. L'obtention d'une masse compacte écartera toute probabilité même sous un vide poussé, d'altération du spécimen examiné.

La résine employée pour l'inclusion devra avoir une dureté assez élevée afin que la dent ne vibre pas lors de la coupe ; et devra polymériser lentement sans élévation thermique.

Une section grossière pourra être effectuée au disque sous pulvérisation, mais la réalisation d'une surface rigoureusement lisse sera nécessaire pour l'obtention des grossissements importants lors de la visualisation de la pièce. Il faudra donc améliorer l'état de surface obtenu sans toutefois employer, vu ses inconvénients, un processus de polissage métallographique. Ainsi, il faudra arraser la section, ceci pouvant être obtenu par l'utilisation d'un ultra microtome équipé d'un couteau diamant.

Pour étudier l'interface dans son ensemble, non plus dans un plan mais d'une façon spatiale, tridimensionnelle il serait bon d'analyser les états de surface obtenus successivement.

Il serait possible, à cet effet, d'établir au fur et à mesure de la progression des coupes, une série de répliques suivant la méthode de YASUMORI TOMITA (76). Ces répliques pourraient ensuite être analysées holographiquement pour rendre une idée plus précise de la situation dimensionnelle du hiatus.

Cette méthode d'analyse nous est décrite par F. DURET (20). "*Depuis les travaux de CELLIS en 1959, nous savons que la plus précise des méthodes d'analyse de surface est celle de ZEHENDER / Fax Film qui utilisent une mesure optique de l'élément à analyser. GRANE en 1970 propose à ce sujet l'utilisation d'un laser continu à infrarouge. Dans les deux cas, en analysant par interférométrie la dite surface (SPELLMAN en 1972), il serait parfaitement possible d'en connaître les valeurs numériques (MANLY en 1975) et de reproduire ou d'analyser cette image ou série d'images après passage dans un convertisseur analogique numérique*".

Superposition entre les résultats obtenus chez l'homme et chez l'animal.

Afin de réduire au maximum le risque de sources d'erreur, il sera bon d'effectuer l'expérimentation in vivo, c'est-à-dire de réaliser la taille de la cavité et l'obturation de celle-ci sur un organisme vivant. L'Homme étant le matériau idéal, toutefois à défaut il est possible d'utiliser un animal ayant un type de dents similaire.

R.W. PHILLIPS (58) réalise une double expérimentation, à la fois chez l'homme et chez le chien. Dans les deux cas, les dents sont prélevées à des dates fixes dans le temps. Cet auteur conclue à une superposition des résultats entre l'homme et le chien. Il est toutefois à remarquer que les cavités taillées sont de classe V ; le type masticateur n'intervient donc pas.

LOISELLE (48) effectue de même une comparaison entre les données obtenues chez l'homme et chez le hamster doré. Cet auteur conclue là encore à une superposition exacte des résultats ; mais ici encore, les cavités sont des classes V.

Superposition des résultats obtenus en expérimentation in vivo et in vitro.

L'expérimentation in vivo soumet la restauration aux contraintes réelles et permet d'étudier vraiment le comportement d'un matériau en bouche : a contrario, l'expérimentation de type in vitro ne peut que tendre à reproduire avec une approximation importante, selon un schéma d'ailleurs bien imparfait, les conditions du vivant.

Mac CURDY (49), réalise sur le macaque des cavités de classe V. Les dents sont extraites suivant les cas après 24, 48 et 72 H. L'isotope utilisé : le calcium 45 est ajouté à la nourriture de l'animal. Des cavités similaires sont réalisées in vitro sur des dents extraites de macaque qui sont plongées dans une solution du même marqueur. Toutes les dents sont ensuite sectionnées ; les radiographies sont effectuées. L'auteur ne note pas de différence entre les résultats obtenus in vivo et in vitro si ce n'est une rapidité plus grande de la diminution dans le temps de l'interface pour les échantillons réalisés in vivo.

YEN (77) réalise le même type d'expérimentation cette fois-ci chez le singe Rhésus, l'expérimentation dure cette fois-ci plus longtemps puisque les restaura-

tions sont laissées jusqu'à 60 jours. Les cavités sont toujours de classe V, le marqueur est toujours le calcium 45, mais l'auteur conclue à une différence nette entre les dents obturées in vivo et celles obturées in vitro. Dans ce dernier cas l'interface est beaucoup plus important - cf schéma n° 13 .

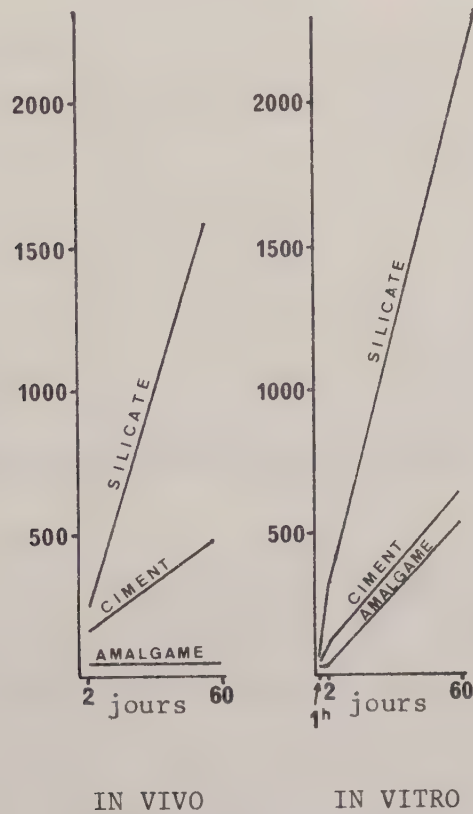


Schéma n° 13 : Pénétration du marqueur suivant le type d'expérimentation
d'après Peter YEN (77)

GOING (26) réalise lui aussi une étude comparative des données obtenues in vivo et in vitro, grâce à sa méthode d'activation de neutrons. Cet auteur conclue à une non-superposition des résultats mais détermine que l'interface perçu in vivo est toujours plus important que celui enregistré in vitro.

Nous relevons une opposition complète entre ces trois premiers auteurs.

LOISELLE (48) et STUEVER (69) utilisent tous deux la fluorescéine comme marqueur dont la pénétration est ensuite visualisée en microscopie optique.

LOISELLE (48), réalise le même type de cavité chez l'homme et chez le hamster à la fois in vivo et in vitro. Nous avons déjà indiqué que cet auteur concluait à une superposition des résultats entre le hamster et l'homme. Il conclue à une non superposition des résultats obtenus in vivo et in vitro tant chez le hamster que chez l'homme.

S P E C I M E N	Indice de pénétration				Nombre de dents	Moyenne
	0	1	2	3		
Homme in vivo	10	2	0	0	12	0,2
Homme in vitro	0	0	6	7	13	2,5
Hamster in vivo	165	14	3	9	191	0,2
Hamster in vitro	3	4	41	40	88	2,3

Distribution de profondeur de pénétration d'après LOISELLE (48)

Nous voyons qu'ici l'interface est plus important in vitro qu'in vivo.

STUEVER (69) semble pouvoir nous donner une réponse à ces apparentes contradictions.

Cet auteur effectue des cavités de classe V in vivo chez l'homme. Les dents sont séparées en deux groupes : sur le premier groupe la fluorescéine est appliquée avant extraction, sur le deuxième groupe la fluorescéine est appliquée après extraction. Les résultats sont assez différents. En effet, la moyenne obtenue pour le 1er groupe est de 1, celle du 2ème groupe est de 2,6. STUEVER pense expliquer cette différence du fait de 2 paramètres :

- la présence de plaque dentaire empêche la pénétration du marqueur.
- la pression hydrostatique pulpaire

Le premier paramètre peut être éliminé en nettoyant soigneusement les dents avant marquage par la fluorescéine. Pour vérifier l'importance du deuxième paramètre, cet auteur réalise alors in vivo des restaurations sur dents dévitalisées et obtient une moyenne de pénétration de 2,6 semblable à celle obtenue in vitro ;

il conclue donc que les résultats in vitro correspondent à ceux enregistrés sur dents devitalisées.

Nous pensons qu'il y a trois choses à retirer de ces études :

- Premièrement : l'interface doit être lié à la pression hydrostatique, donc différent entre une dent vivante et une dent devitalisée.
- Deuxièmement : les études in vitro ne peuvent au mieux que donner une mesure de l'interface sur dent devitalisée.
- Troisièmement : il est regrettable que toutes ces études ne soient que des mises en évidence indirectes de l'interface. Seule une visualisation directe pourra à notre sens donner des résultats fiables et précis.

CHAPITRE II

MISE AU POINT DES TECHNIQUES NECESSAIRES

=====

POUR L'APPROCHE D'UNE MESURE IDEALE DE

=====

L'INTERFACE

=====

2.1. TRAVAIL SUR MATERIEL BIOLOGIQUE =====

2.11 CHOIX DE L'ANIMAL -----

L'animal

Ne pouvant effectuer une étude statistique sur l'homme, nous avons décidé d'utiliser un animal dont la denture se rapproche de celle de l'être humain.

Il nous fallait choisir une espèce ayant des dents tuberculées, brachyodontes et qui de surplus, soit utilisée en laboratoire. Il existe le singe, le chien et le rat. Nous avons choisi ce dernier d'une part pour des raisons financières, d'autre part pour des raisons pratiques. Nous avons, en effet, besoin d'un nombre important d'animaux, qui de plus, devaient être gardés en vie un certain temps. Le rat, du fait de sa petite taille, ne présente pas de problèmes de maintenance trop aigus, à partir du moment où nous avons à notre disposition une animalerie spécialisée dans ce type d'animal.

Le rat blanc employé est de souche Wistar. Du fait de la rétraction des cornes pulpaire avec l'âge et après essai de tailles de cavités chez le rat jeune, nous avons choisi des vieux reproducteurs, de plus d'un an, dont le poids s'étage entre 380 et 550 grammes. Tous les sujets employés sont mâles, les femelles étant par trop agressives.

Ces rats consomment un aliment synthétique compact, type U.A.R. et boivent de l'eau ad libitum.

Le type dentaire

La formule dentaire du rat est $I = \frac{1}{1}$ $C = \frac{0}{0}$ $PM = \frac{0}{0}$ $M = \frac{3}{3}$

L'incisive est à croissance continue comme chez tous les rongeurs, par contre, les molaires ultra brachyodontes sont à croissance limitée.

Nous avons, pour des raisons de facilité d'accès, décidé de traiter la première molaire supérieure.

Cette dent possède une couronne recouverte d'émail dont les dimensions sont approximativement de trois millimètres dans le sens mésio-distal sur 2,2 millimètres dans le sens vestibulo-lingual. La face triturante est constituée de 5 tubercules (cf photo n°3). De même cette dent possède 5 racines, la racine mésiale étant nettement divergente dans le sens antéro-postérieur. Les quatre autres racines sont symétriques entre elles.

La constitution de l'émail et de la dentine de la molaire du rat est proche de celle de la dent humaine.

Chez le rat, nous avons d'après LAVERGNE (42) :

- au niveau de l'émail : Ca : 36,10 %
P : 17,85 % (Ca/P = 2,034)
Mg : 0,12 %
K : 0,04 %

- au niveau de la dentine: Ca : 31,24 %
P : 16,82 % (Ca/P = 1,857)
Mg : 0,95 %
K : 0,05 %

CHANAY (13) avait réalisé la synthèse des résultats obtenus pour une dent humaine et obtenait :

- pour l'émail : Ca : de 36 à 50 %
Mg : 0,28 à 0,55 %
K : de 0,001 à 0,03 %

- pour la dentine : Ca : 18,9 à 50 %
Mg : 0,42 à 1,05 %
K : 0,001 à 0,01 %

Le tableau de H. HODGE (1934) d'après CHANAY (13) indique pour :

<u>l'émail</u> :	Ca : 36,10 %
	P : 17,3 %
	Mg : 0,5 %
	K : 0,03 %

<u>la dentine</u> :	Ca : 25,3 %
	P : 17,1 %
	Mg : 1,2 %
	K : 0,07 %

Nous nous apercevons, aux vues de ces données, que nous ne pouvons noter de dissemblance frappante de composition entre la molaire de rat et la dent humaine.

2.12 ANESTHESIE

Les animaux sont pesés, marqués sur la queue, puis l'anesthésie générale est pratiquée par voie intra-musculaire, au niveau de la face interne de la cuisse. Nous avons utilisé, comme anesthésique, l'Imalgène (chlorhydrate de 2 orthochlorophényl, 2 méthylamino cyclo hexagone) dont la dénomination en médecine humaine est le Kétalar. Cet anesthésique, malgré un prix de revient très élevé, présente par rapport aux anesthésiques de type barbiturique, l'avantage d'une anesthésie progressive ; l'animal conservant tout au long de l'intervention le réflexe de déglutition. Cet élément est pour nous primordial, car vu la petite taille du rat, nous ne pouvons l'intuber. Avec un anesthésique type penthotal, nous avons le risque de décès par inhalation de débris projetés dans l'arrière gorge lors du travail en bouche.

Nous avons employé l'Imalgène 1000 dosé à 100 mg/ml et nous l'avons injecté à raison de 1 ml/kg. Le temps d'induction à cette dose est en général de 5 à 10 minutes, l'anesthésie dure 45 minutes et le réveil complet est obtenu au bout de deux à trois heures.

Les animaux sont anesthésiés successivement à trente minutes d'intervalle.

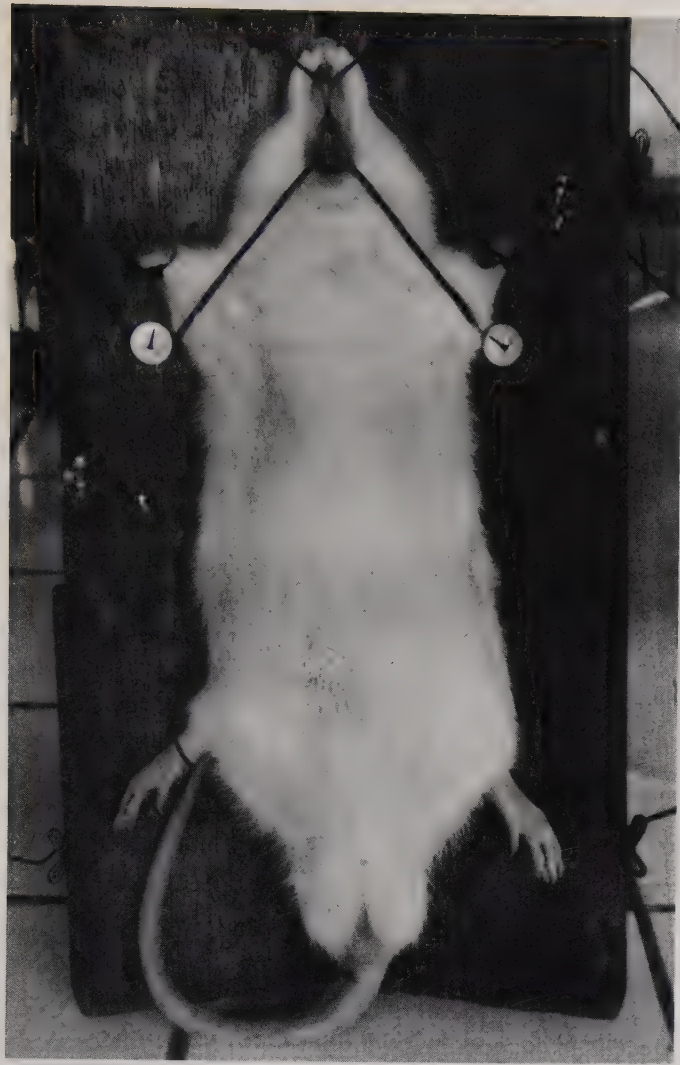


Photo n° 1

Rat prêt à l'intervention

Photo n° 2

Détail de l'angle d'attaque
de la fraise



2.13 TEMPS PRE-OPERATOIRE

Le sommeil profond étant obtenu, l'animal est attaché sur une planchette adéquate, (cf photo n° 1), la bouche est maintenue ouverte et la langue coincée par un fil passant au niveau des incisives inférieures. La planchette est inclinée à 45° ; l'animal est ainsi préparé pour l'intervention.

2.14 TRAVAIL EN BOUCHE

Le but est de réaliser d'une part au niveau de la première molaire supérieure droite une cavité triturante sur dent vivante suivie d'une obturation, d'autre part, au niveau de la première molaire supérieure gauche une obturation canalaire suivie d'une reconstitution coronaire. Dans le cas d'atteinte d'une corne pulpaire, la molaire droite est dévitalisée, et c'est sur la molaire gauche que nous réalisons la cavité sur dent vivante.

L'éclairage nous est fourni par une lampe frontale type ophtalmoscope.

Vu la taille des dents à traiter, l'opérateur augmente son acuité visuelle à l'aide d'une loupe binoculaire Zeiss grossissant deux fois et demi.

Durant tout le temps opératoire, les dents à traiter sont isolées du milieu buccal à l'aide de deux spatules à ciment écartant les joues de l'animal. Nous nettoyons fréquemment, pour en éliminer les débris, les cavités à l'eau distillée. Cette eau distillée ainsi que les mucosités sont aspirées par une pipette montée sur une pompe à vide. Pour sécher les préparations, nous nous servons d'une poire à air.

La taille de cavité

La fraise utilisée montée sur pièce à main (cf photo 2) est de forme cône renversé, son diamètre maximum est de 0,9 mm. Ceci nous permet de standardiser la taille de nos cavités puisque celles-ci n'ont pas plus de 1 mm de diamètre. La tête de la fraise est en tungstène afin de pouvoir tailler à la fois l'émail et la dentine. La vitesse de rotation ne dépasse pas 5000 tours/minute. La profondeur de taille sur dent vivante n'excède pas 0,7 mm de profondeur.

L'obturation canalaire

Pour la dent à dépulper, l'alésage est réalisé, une fois la chambre pulpaire ouverte, à l'aide de limes 00 puis 0, soit respectivement 8/100 et 10/100 millimètres de diamètre. Nous avons préféré l'utilisation de limes plutôt que de broches car ces dernières sont trop souples pour ce genre de préparation. Le bourre-pâte employé pour l'obturation canalaire est de type Pastinject n° 25 ; le bourre-pâte "lentulo" extra fin ayant un diamètre trop important.

La pâte canalaire choisie est un mélange, par nous confectionné spécialement à cet usage, répondant à la formule suivante :

Poudre :	Oxyde de Zinc B	95 %
	Acétate de Zinc	5 %
Liquide :	Eugenol	96 %
	Parachlorophénol- Camphre	4 %

formule conférant à ce produit deux caractères :

- un léger pouvoir antiseptique dû au parachloro phénol camphre
- un temps de prise de l'ordre de 15 minutes

Ce dernier point est pour nous primordial, il nous faut en effet réaliser l'obturation canalaire et l'obturation coronaire dans la même séance car nous voulions éviter de prolonger l'anesthésie par de nouvelles administrations d'Imalgène.

Pendant que l'obturation radiculaire du premier rat durcit, l'animal suivant est traité ; une fois que la cavité sur dent vivante et l'obturation canalaire sont réalisées sur ce dernier, nous reprenons le premier rat afin de réaliser les obturations coronaires, et ainsi de suite avec les rats suivants.

L'obturation coronaire

La pâte ayant durci, les excès sont éliminés à la fraise, puis il est procédé, à l'aide d'une petite boulette de coton, au passage d'un vernis type copalite sur le fond et les murs cavitaires. Le vernis copalite est constitué d'une résine naturelle : le copal dilué dans un solvant volatil : le chloroforme.

Une fois le vernis sec, il est réalisé l'obturation proprement dite. Celle-ci est effectuée avec un amalgame d'argent conventionnel : le Revaloy free Zinc de SS White. Le rapport poudre mercure est de 5/5,5. La trituration est faite mécaniquement à l'aide d'un dentomat. L'amalgame ainsi obtenu n'est pas exprimé, il est foulé dans la cavité grâce à une sonde dont l'extrémité a été sectionnée, puis polie. Les excès sont éliminés avec une spatule de bouche adaptée à cet usage, puis l'amalgame est maté contre les bords cavitaires, à l'aide d'une olive façonnée à cet effet dont le diamètre est de 0,9 mm.(photo n° 4).

2.15 SUIVI POST-OPERATOIRE

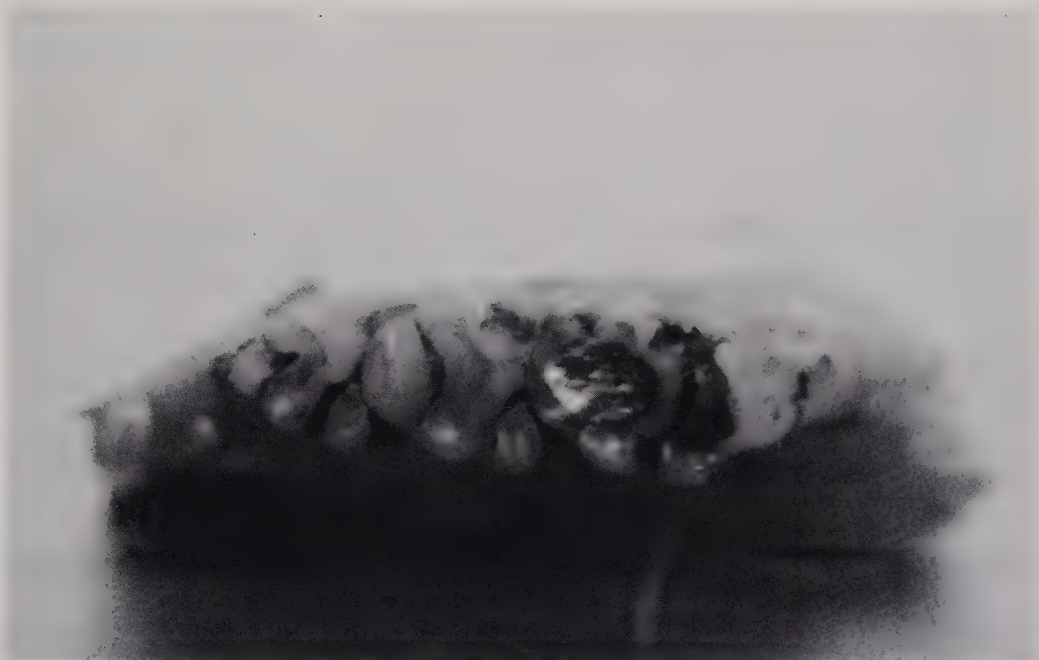
Une fois l'intervention terminée, le rat est détaché de sa planchette puis placé près d'une source de chaleur afin de pallier l'hypothermie consécutive à l'anesthésie. Nous attendons, sauf pour les échantillons Ao qui sont sacrifiés avant reprise de conscience, le réveil total de l'animal pour le réintégrer dans l'animalerie. Comme nous avons réalisé des séries de cinq rats, ceux-ci seront mis ensemble dans une cage, avec sur celle-ci les caractéristiques de la série effectuée et la date de la fin de l'expérimentation. Une fois ce jour arrivé, les rats qui sont différenciés entre eux par des marques sur la queue, sont pesés, puis emmenés au laboratoire pour le sacrifice qui s'effectue à l'aide d'une paire de ciseaux crantés, prévus à cet effet. Un examen de l'estomac est systématiquement réalisé pour noter la présence ou non d'ulcères.

Photo n° 3

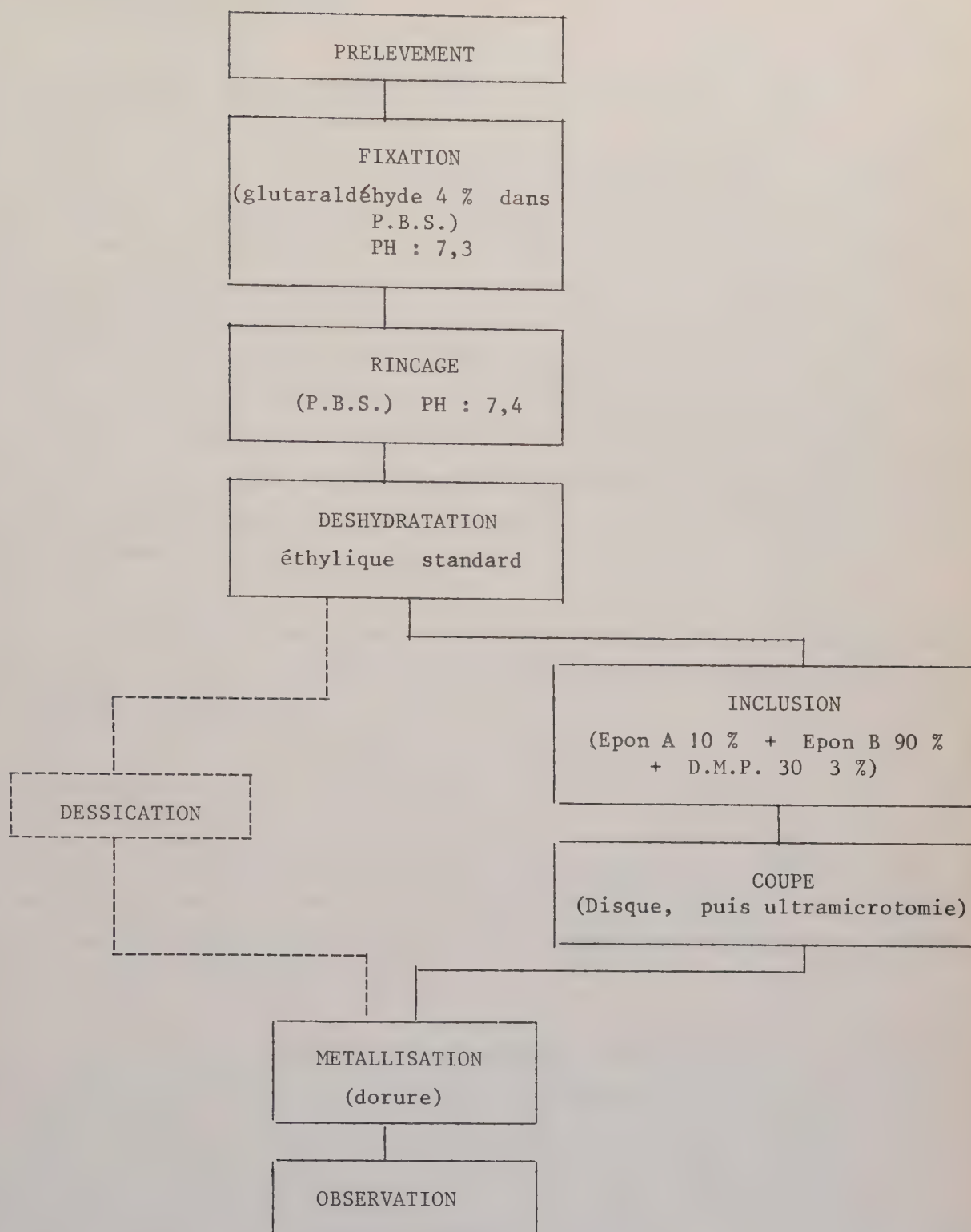


Hémi maxillaire supérieur droit sectionné
(partie mésiale à droite sur la photo)
(grossissement 12 fois)

Photo n° 4



Première molaire supérieure droite obturée
(grossissement 12 fois)



TECHNIQUE DE PREPARATION UTILISEE

2.2 TECHNIQUES DES MESURES

=====

2.21 PRELEVEMENT DE L'ECHANTILLON

Sitôt le rat décapité, la mandibule est séparée du reste de la tête, ceci afin d'avoir une bonne approche du champ opératoire. Le maxillaire supérieur est séparé longitudinalement en deux à l'aide de ciseaux insérés dans sa partie postérieure. Chaque héli-maxillaire est désinséré par une section distale en arrière des molaires, et une section antérieure à la jonction du prémaxillaire. Les tissus mous sont éliminés par grattage puis, grâce à un disque diamanté monté sur pièce à main, nous séparons la première molaire du reste de l'échantillon en effectuant une coupe frontale en avant de celle-ci. Une autre section distale la sépare de la seconde molaire. Deux autres coupes sont réalisées pour supprimer l'os alvéolaire vestibulaire et palatin ; enfin, une dernière section est faite parallèlement à la face triturante au niveau des apex de la dent.

Nous obtenons alors un petit cube comprenant la dent souhaitée ainsi que l'os alvéolaire situé entre les racines. Cet échantillon est aussitôt mis dans le liquide fixateur.

2.22 FIXATION

La dent étant un tissu vivant et non un corps minéral inerte, il est essentiel de procéder à la fixation de la pièce prélevée. Cette fixation empêche par la formation de ponts aldéhyde entre les cellules la possibilité de dégradation des structures du vivant.

Le fixateur employé : le glutaraldéhyde ($\text{COH}(\text{CH}_2)_3\text{COH}$) est dilué dans un liquide dit tampon qui permet d'obtenir une osmolarité semblable à celle du corps étudié. Il ne faut pas en effet qu'il y ait de différence osmotique trop grande entre le liquide fixateur et l'organisme y étant plongé. Si le fixateur a une osmolarité trop forte, les cellules se rétracteront, si l'osmolarité est trop faible, les cellules auront tendance à gonfler. Nous avons ici adopté une concentration de 400 milliosmoles, valeur couramment employée pour les mammifères :

Le liquide est donc constitué de :	glutaraldéhyde :	4 %	} PH = 7,3
	P B S :	96 %	

Le P B S est le milieu tampon utilisé, son PH est de 7,4 ; sa composition est la suivante :

- Chlorure de Sodium	: 8	g
- Chlorure de Potassium	: 0,2	g
- Phosphate disodique		
12 H ₂ O	: 2,90	g
ou 7 H ₂ O	: 2,16	g
- Phosphate monopotassique	: 0,20	g
- Eau distillée	qsp	: 1000 ml

Les échantillons sont, vu leur taille, laissés 12 heures dans le mélange fixateur. Il est procédé ensuite à trois rinçages successifs à l'aide du P B S seul (PH = 7,4). Les échantillons sont maintenant prêts à être inclus.

2.23 INCLUSION

Il faut, comme nous l'avons vu dans le chapitre traitant des techniques, que l'échantillon visualisé en microscopie électronique, soit parfaitement déshydraté. Pour cela, il existe deux méthodes : la dessiccation obtenue par passage par le point critique, solution pour nous possible puisqu'il nous faut tailler le complexe dent-obturation. La deuxième méthode, empruntée aux techniques classiques d'histologie et adaptée à la microscopie électronique à transmission, nous paraît acceptable ; cette technique consiste dans un premier temps, à déshydrater la pièce par substitution éthylique, puis, dans un deuxième temps, à remplacer l'alcool par une résine. Le but recherché est d'obtenir un bloc homogène ne pouvant plus s'altérer, lors de la visualisation.

Nous utilisons, tout en modifiant la durée des bains, ceci du fait de la forte densité de nos échantillons, les techniques utilisées par le centre de microscopie électronique de LYON.

Déshydratation éthylique standard

Au sortir du liquide tampon, les pièces séjournent dans les bains suivants

- Alcool éthylique 30°	- un bain de 15 mn
- Alcool éthylique 50°	- un bain de 15 mn
- Alcool éthylique 70°	- un bain de 15 mn
- Alcool éthylique 95°	- un bain de 15 mn
- Alcool éthylique 100°	- trois bains de 15 mn chacun

INCLUSION

Nous utiliserons pour ce faire une résine d'inclusion de type Epon qui est constituée d'Epon A, d'Epon B et d'un durcisseur.

Epon A - epikote 812 62 ml

- D.D.S.A. 100 ml

Epon B - epikote 812 100 ml

- M.N.A. 88 ml

Accélérateur : D.M.P. 30

Le milieu d'inclusion est réalisé par un mélange d'Epon A et d'Epon B dont les proportions respectives déterminent la dureté des blocs.

Dureté	Bloc mou	Bloc moyen	Bloc dur
Epon A	90 %	50 %	10 %
Epon B	10 %	50 %	90 %

Le choix de la dureté du milieu d'inclusion dépend de la pièce examinée. A une pièce molle correspondra un milieu d'inclusion mou, ceci afin que la pièce ne vibre pas lors de la coupe, en raison d'une différence de dureté. Pour notre part, ayant à examiner des dents, nous préférons le milieu d'inclusion le plus dur, soit : Epon A : 10 % Epon B : 90 %

Nous utiliserons la technique d'inclusion dite lente, en allongeant encore la durée des bains afin d'avoir une meilleure pénétration de la résine dans la dent

Substitution

1 bain d'une demi journée

Epon A	10 %	}-----}	mélange à volumes égaux
Epon B	90 %		
Alcool éthylique	100°RP		

Imprégnation

3 bains d'une journée chacun dans :

EPON A	10 %
EPON B	90 %

Inclusion

1 bain d'une heure dans :

EPON A	9,75 %
EPON B	87,75 %
D.M.P. 30	2,50 %

Les pièces sont ensuite incluses à raison de quatre échantillons à la fois, dans des couvercles de piluliers, avec du mélange d'inclusion fraîchement préparé. Les dents seront positionnées face triturante vers le bas sur une feuille de papier couvrant le fond du couvercle où seront marquées au crayon graphite les références précises de la pièce. Ceci fait, la résine est versée lentement dans le couvercle, jusqu'à recouvrir complètement les échantillons.

Polymérisation

La polymérisation se fera en laissant les moules durant cinq jours dans une étuve à 37 °C.

2.24 LES TECHNIQUES DE COUPE

2.241 PREPARATION ET TAILLE INITIALE

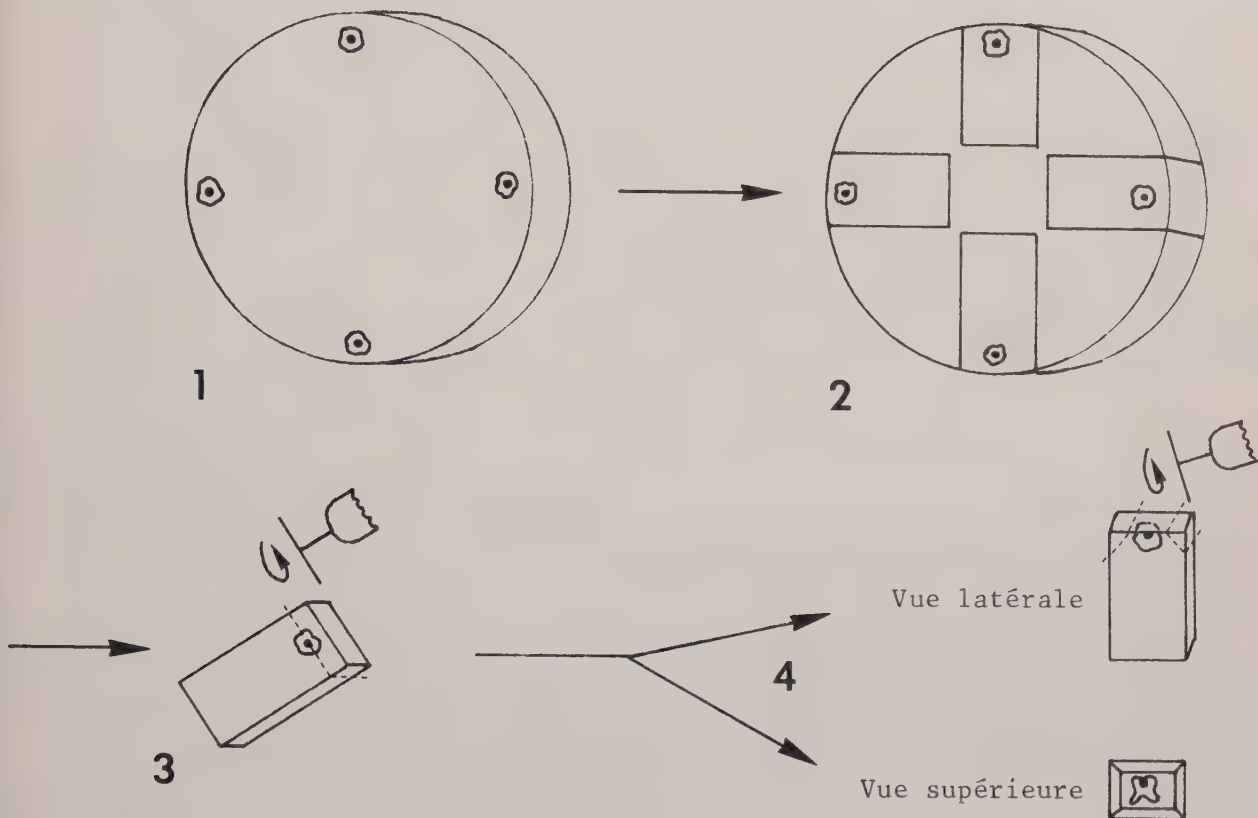


Schéma n° 14 : Obtention de la taille initiale

En 1, les blocs sont retirés des couvercles.

En 2, nous séparons les échantillons au disque carborandum

En 3, nous effectuons une coupe passant par l'obturation, à l'aide d'un disque diamanté monté sur pièce à main et refroidi sous spray. Nous avons visualisé la coupe obtenue, mais nous obtenons à ce stade une image par trop grossière (cf photo n° 5).

En 4, nous réalisons une petite pyramide à pointe tronquée dont la coupe longitudinale de la dent représente la face supérieure. L'échantillon est maintenant prêt pour être passé en ultra-microtomie, procédé grâce auquel nous réaliserons la coupe définitive.

2.242 OBTENTION DE LA TAILLE DEFINITIVE DU BLOC EN ULTRAMICROTOMIE

Principe :

Pour notre part, il n'est pas question de recueillir des coupes, ceci du fait de la grande dureté de notre bloc et de la friabilité de l'amalgame, mais d'obtenir la surface la plus lisse possible du bloc restant.

La pièce dont nous désirons faire des coupes est maintenue dans un porte-objet. Ce porte objet est animé d'un mouvement elliptique faisant passer la partie de l'échantillon à sectionner devant un couteau, de verre ou de diamant, qui est fixe. C'est l'avance progressive du porte objet qui déterminera la coupe. L'avance réglable se situera entre 1000 Å et 1 µ par passage. Il n'est donc pas question ici d'une tronçonneuse !

Le modèle de microtome :

Il existe au centre deux types de microtomes différents :

- sur le premier modèle, de marque REICHERT type OMU 2, l'avance du porte objet est déterminée par l'échauffement d'une barre le prolongeant. L'échauffement réglable du bras en provoque la dilatation et fait ainsi progresser le porte objet.

Ce type de microtome ne nous convient pas pleinement car, vu la dureté de notre échantillon, une avance trop grande ou irrégulière a pour effet immédiat de briser le couteau de verre ou pire, de détériorer le couteau diamant.

- le deuxième type, de marque SORVAL type MT 2 B possède une avance mécanique qui est réglable très exactement. La progression du porte objet est donc déterminée suivant le désir de l'opérateur et est fixe à chaque passage. Cet appareil est particulièrement bien adapté pour l'obtention de coupes dites "semi fines" en série.

Pour notre part, une fois réglé à l'aide d'une loupe binoculaire montée sur le microtome, le parallélisme exact, tant dans un plan vertical qu'horizontal

de la surface à arraser et du couteau, nous amenons progressivement ces deux éléments en contact.

Nous procédons ensuite aux coupes proprement dites. Nous réglons l'avance à 5000 Å par passage. Nous obtenons en moyenne une surface acceptable au bout de 200 coupes. Nous réglons alors l'avance à 1000 Å et faisons effectuer un très lent mouvement de déplacement latéral au couteau, ceci nous permettant d'éliminer en partie, les stries dues à l'imperfection du tranchant de celui-ci. Cette imperfection n'est d'ailleurs que microscopique et ne provient pas d'une mauvaise qualité du couteau.

Le couteau :

Il existe deux sortes de couteaux, le couteau de verre et le couteau diamant.

Nous utilisons le premier pour dégrossir la surface, durant approximativement les cent cinquante premières coupes. Ce couteau a l'inconvénient d'être très fragile, et ne donne pas une surface aussi parfaite que le couteau diamant.

Nous nous servons de ce dernier pour finir et parfaire notre surface. D'un prix élevé, nous l'utilisons avec parcimonie car il est relativement fragile. Le modèle employé par nous est de marque DUPONT et possède un tranchant de 3 millimètre de large.

La pièce ainsi préparée est prête pour être visualisée au microscope électronique à balayage.

2.25 LE PASSAGE AU MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE

Nous nous servons du microscope électronique à balayage S 600 de la Maison CAMBRIDGE

Ce microscope utilise le mode de l'émission d'électrons secondaires. Il faut donc pour que cette émission se produise, que les échantillons soient conducteurs. Pour ce faire, après avoir fixé la pièce à l'aide de colle d'argent, face à examiner vers le haut, sur des pastilles métalliques spéciales, nous dorons l'échantillon.

La métallisation :

Nous utiliserons dans ce but. une machine type Hummer II, de marque TECHNICS, distribuée par SIEMENS, réalisant une pulvérisation cathodique d'or. Le vide est de 0,1 à 0,2 Torr, la durée de métallisation est de 3 minutes 30 secondes pour un courant d'intensité de 10 mA.

Nous dorons nos échantillons juste avant le passage au microscope électronique afin d'éviter une détérioration de la dorure.

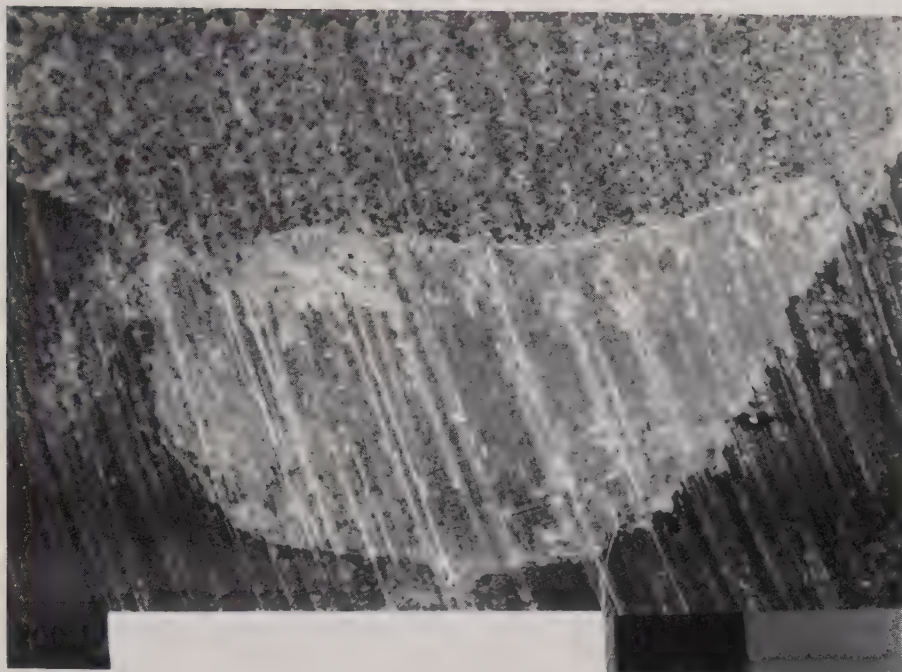
La visualisation :

Nous travaillons sous une tension de 15 KV la platine réglée à 70, la face de l'échantillon à examiner étant horizontale. Nous réalisons au moins une photo d'interface par obturation. Nous choisissons la zone à photographier, après avoir visualisé l'interface dans son ensemble, en raison de sa valeur moyenne. La photo servant ensuite pour mesurer l'interface, est réalisée systématiquement à un grossissement de 5000 fois. Chaque cliché est pris en affichant le témoin de grossissement. A 5000 fois, il apparaît en bas de l'image une bande noire dont la longueur correspond à 4μ . Cet étalon est fonction de la hauteur de réglage de la platine ; il nous permet de calculer le grossissement réel sur la photographie.

Une fois le négatif tiré sur le papier, il est procédé à l'aide d'un pied à coulisse, à la mesure du hiatus. Cette mesure est prise en trois endroits différents, une moyenne est réalisée, la valeur obtenue est divisée par la longueur de l'étalon représentant 4μ puis multiplié par 4 pour obtenir la valeur réelle en microns de l'interface.

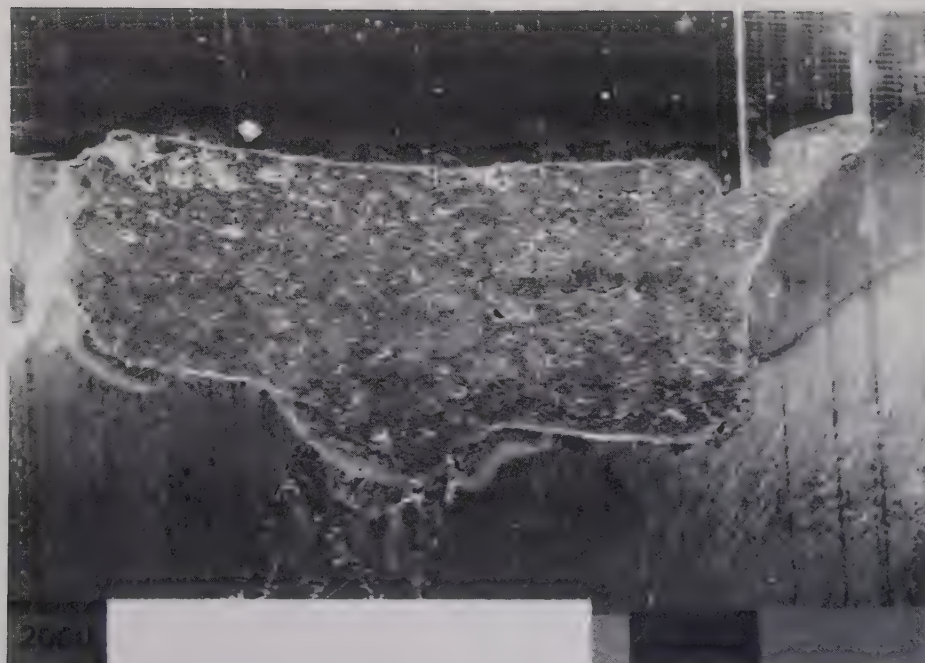
Vue générale du complexe dent obturation
(grossissement 80 fois)

Photo n° 5



Taille au disque.

Photo n° 6



Taille au disque et couteau de diamant

CHAPITRE III

LE MATERIAU UTILISE, SES CARACTERISTIQUES,

=====

SES EXIGENCES, SON COMPORTEMENT

=====

3.1 L'AMALGAME D'ARGENT =====

3.11 POURQUOI A-T-ON CHOISI L'AMALGAME D'ARGENT POUR TESTER NOTRE ----- METHODE ? -----

L'amalgame d'argent, malgré les progrès enregistrés dans le domaine des ciments de restauration dits composites, reste à l'heure actuelle le produit d'obturation coronaire définitif le plus employé par les odontologistes (59). Ce matériau, bien que présentant des inconvénients au point de vue électrochimique et au niveau du fluage dynamique, possède des avantages à ce jour inégalés au point de vue adaptabilité et pérennité de l'obturation en bouche. En effet, même si certaines études au laboratoire semblent établir des performances similaires à celles de l'amalgame pour d'autres types de produits de restauration, l'observation clinique a montré qu'en bouche ces résultats n'étaient pas superposables (59). D'autre part, une étude réalisée in vivo chez le singe a montré la supériorité de l'amalgame par rapport au silicate et au composite insérés dans les cavités de classe I sur molaire et prémolaire (36).

3.12 QU'EST-CE QUE L'AMALGAME D'ARGENT ? -----

Celui-ci est composé d'une poudre métallique obtenue soit par laminage de lingots, soit par atomisation, et d'un liquide, le mercure. La poudre, suivant les fabricants, possède une granulométrie et une composition chimique déterminée conférant à l'alliage des caractères propres ; à l'heure actuelle, il est admis d'établir la classification suivante (68) :

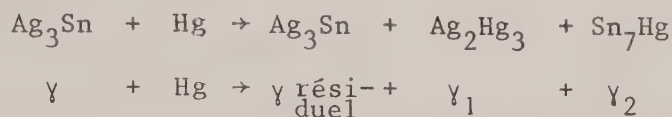
Amalgame conventionnel

93 % de la poudre est constitué par de l'alliage argent étain, formant la phase γ (Ag_3Sn). Le cuivre et le zinc sont en faible quantité. La différence entre les amalgames conventionnels réside dans la taille des particules et dans le fait que le composé intermétallique est, ou non, monphasé. Pour les pro-

duits de bonne qualité, la poudre est tamisée afin d'obtenir une granulométrie homogène.

Les amalgames dits "sphériques" possèdent la même composition que les amalgames classiques ; la différence réside dans la fabrication des particules qui sont obtenues par atomisation.

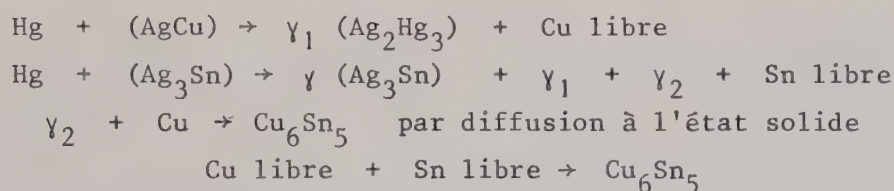
La réaction simplifiée entre la poudre d'alliage et le mercure est la suivante :



Dans un amalgame classique, la répartition des différentes phases est approximativement (4) de 21 % de γ résiduel, 71 % de γ_1 et 8 % de γ_2 . Pour les amalgames sphériques, du fait de la plus faible surface de contact du mercure avec les grains, les rapports sont un peu différents (4) ; ils possèdent une quantité plus grande de γ résiduel et donc une plus petite quantité de γ_1 et de γ_2 .

Amalgames à dispersion de phases.

INNES et YOUDELIS en 1963, cherchant à améliorer les propriétés mécaniques de l'amalgame d'argent, ont ajouté à celui-ci un eutectique Argent-Cuivre obtenu par laminage. En fait, ces auteurs ont réalisé par hasard un amalgame à dispersion de phase, c'est à dire un matériau où nous distinguons, une fois la prise terminée une disparition presque totale de la phase γ_2 suivant le mécanisme de prise décrit par MALHER :



L'élimination de la phase γ_2 procure à ce type d'amalgame une bien meilleure résistance mécanique ainsi qu'une corrosion réduite. Le cuivre toutefois augmente l'expansion "à la prise". Cet effet doit être contrebalancé par une plus grande finesse des particules. Ce type d'amalgame a été modifié par la suite puisque cet eutectique se présente à l'heure actuelle dans le commerce sous forme sphérique, dans la proportion d'une partie de AgCu pour 2 parties de Ag_3Sn .

Amalgame à haute teneur en cuivre

Ces poudres d'alliages sous forme soit de particules entièrement sphériques soit d'un mélange de copeaux et de sphères du complexe ternaire Argent Cuivre Etain sont les dernières apparues. Elles contiennent de 10 à 30 % de Cuivre (JORGENSEN 1976). Après la prise, il y a obtention des phases γ et γ_1 et la formation d'un complexe Cuivre-Etain plus finement réparti dans la masse que pour les amalgames à phase dispersée.

Compte tenu de la forte teneur en cuivre et de la granulométrie très fine, le temps de prise est très réduit, rendant difficile leur manipulation dans le cas de reconstitutions complexes (4).

Certains systèmes expérimentaux sont décrits afin, toujours, d'éliminer cette phase γ_2 .

- Un mélange d'amalgame conventionnel et d'amalgame de cuivre (Acharya 1973).

- La substitution de 10 % de l'argent en poids, par de l'or. Un alliage ternaire Argent-Or-Etain est ainsi réalisé. Cette adjonction d'or réduit notablement le courant de couplage galvanique (4). D'autre part, à l'encontre des alliages à haute teneur en cuivre qui sont obligés, pour réduire l'expansion due à ce métal, de posséder une granulométrie fine entraînant une prise rapide, l'amalgame à l'or possède des particules plus importantes, allongeant le temps de prise et rendant plus aisé le travail en bouche.

3.13 ELEMENTS POUVANT MODIFIER LES VARIATIONS DIMENSIONNELLES DE L'AMALGAME.

Ces paramètres sont de deux ordres, tout d'abord inhérent à l'alliage employé et calculés par le fabricant ; ensuite, en rapport avec la manipulation clinique réalisée.

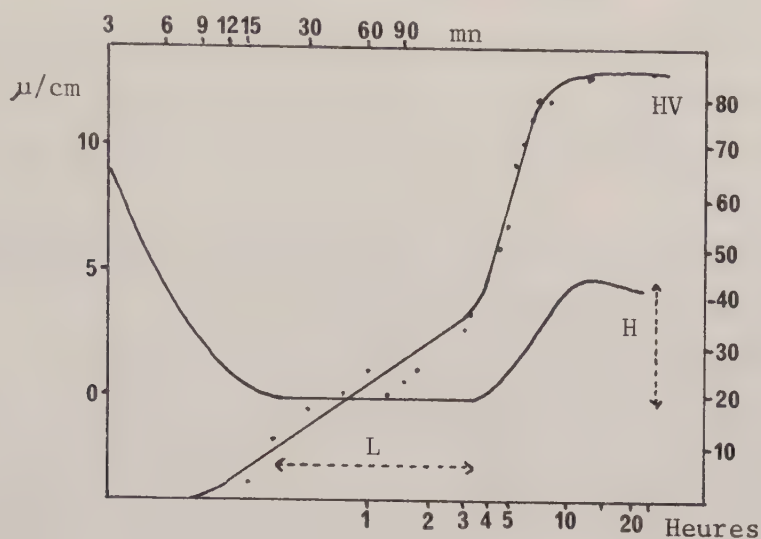
3.131 FACTEURS PROPRES A L'ALLIAGE UTILISE :

Variation dimensionnelle de l'amalgame, en corrélation avec les phénomènes de diffusion durant la prise. D'après les travaux de Mrs BLANC BENON, GUIRALDENQ, LE QUANG, TREHEUX. (4-45)

Cette expérimentation est réalisée in vitro sous vide, à l'aide d'un comparateur pneumatique Solex ; parallèlement, les auteurs enregistrent la du-

reté de l'amalgame au cours du temps.

L'enregistrement des variations dimensionnelles sur 24 heures permet de distinguer 4 domaines. Cf schéma n° 15.



Expansion de prise d'un amalgame (NTD : New True Dentalloy de SS White.)

Relations entre la dureté, l'expansion et la prise. (L : longueur du palier d'équilibre ; H : expansion finale)

Schéma n° 15: D'après BLANC-BENON et coll. (4)

" - Une forte contraction initiale correspondant à l'élimination des parosités macroscopiques ; à ce stade la dureté est faible.

- Un palier horizontal marquant un équilibre entre 2 états antagonistes.

- Une expansion rapide correspondant à une augmentation de la dureté. Le mercure n'existe plus à l'état liquide. Il se trouve pourtant en saturation dans les différents interfaces.

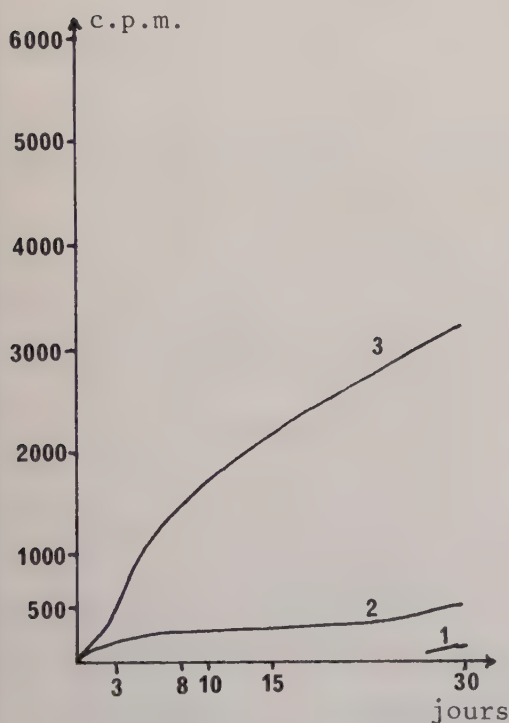
- Un palier d'équilibre final avec légère tendance au retrait dû aux diffusions à l'état solide".

Toutefois, cette courbe correspond à celle d'un amalgame donné, le NEW TRUE DENTALLOY et ne peut être superposable exactement avec la courbe de diffusion d'un autre amalgame, mais elle permet de comparer les amalgames entre eux, si les paramètres sont identiques.

SWARTZ en 1962 (6) , dans une expérimentation in vitro, réalisée à l'aide du Calcium 45, ne met pas en évidence de relation de pénétration de l'ion en fonction de deux alliages différents dont le premier se rétracte de $35 \mu / \text{cm}$ et le deuxième se dilate de $25 \mu / \text{cm}$.

Cet auteur pense donc que les variations volumétriques de l'amalgame n'influent pas sur l'adaptation aux bords cavitaires. Toutefois, nous pensons que ces résultats mettent en évidence le peu de fiabilité de cette technique.

GRANATH en 1967 (28) dans une expérimentation in vitro, étudie à l'aide d'un MicroKator les variations volumétriques de trois amalgames différents durant les vingt-quatre premières heures. Il compare ensuite les courbes obtenues avec la pénétration de Sodium radio-actif au niveau de l'interface. Cet auteur conclue à une relation entre l'expansion de l'amalgame et la pénétration du marqueur ; en effet, c'est l'amalgame qui subit la plus forte expansion qui possède le hiatus le plus réduit.



Augmentation progressive du passage de Na^{22} au niveau du hiatus des 3 amalgames utilisés.

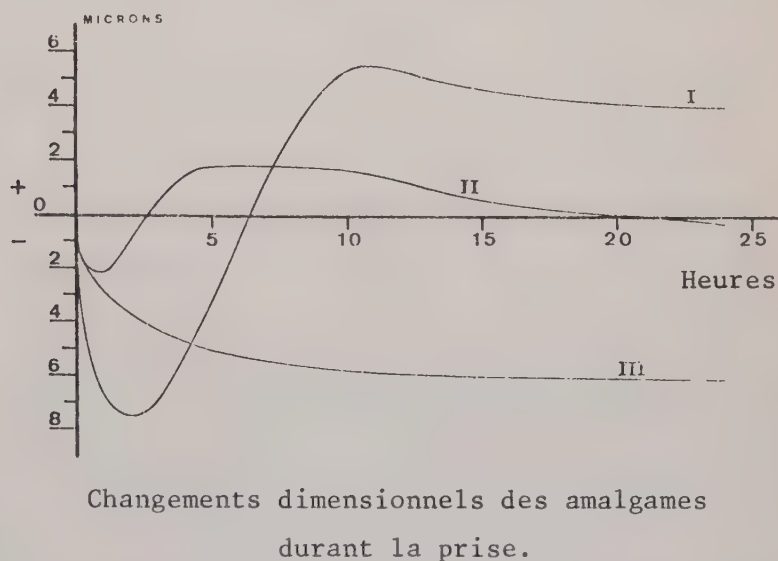


Schéma n° 16 : D'après GRANATH (28)

GUDBRAND en 1976 (32), étudie in vitro, l'adaptation aux parois de cavités de classes V de quatre amalgames dont la variation dimensionnelle est connue. Les produits sont condensés d'une façon rigoureusement similaire.

Amalgames utilisés

Types	Variations dimensionnelles après 48 heures ($\mu\text{m}/\text{cm}$)	Rapport Alliage-Mercure	Temps de trituration (sec)
Expansion	+ 10	5/6	15
Equilibre	0	5/5	20
Contraction légère	- 10	5/5	20
Contraction importante	- 20	5/5	120

Trituration effectuée mécaniquement. D'après GUDBRAND (32).

Une fois polies, les restaurations sont examinées au microscope optique. La meilleure adaptation est réalisée par les amalgames subissant une légère expansion ou restant stables.

L'amalgame qui présente une rétraction de $20\mu\text{m}/\text{cm}$ possède un interface compris entre 10 et $20\mu\text{m}$ avec des crevasses pouvant atteindre $50\mu\text{m}$

Facteurs agissant sur les variations dimensionnelles. D'après LE QUANG (45).

Parmi les plus étudiés, nous pouvons citer :

Morphologie des poudres :

Plus le grain est fin, plus la diffusion du mercure sera rapide et moins l'expansion finale sera importante.

Rapport Mercure/poudre :

Plus il y a de mercure, plus le palier est long et plus l'expansion finale est importante.

Influence de la composition :

Influence de l'or : jusqu'à 7 %, l'or entraîne une diminution d'expansion finale, puis une augmentation pour des teneurs supérieures.

Influence du cuivre : le cuivre augmente d'une façon importante l'expansion finale.

Influence du zinc : utilisé pour ses propriétés anti-oxydante lors de

la coulée du lingot, ce corps supprime pratiquement l'expansion finale ; par contre, il présente le gros inconvénient de s'altérer en présence de la salive.

Fluage

Le fluage initial statique (flow) correspondant à la déformation de l'amalgame, doit être assez important pour obtenir avec une condensation correcte, la meilleure adaptation possible le long des parois cavitaires ; par contre, le fluage dynamique (creep) qui représente la déformation du produit de restauration aux contraintes occlusales, au cours du temps, doit être le plus faible possible afin de conserver l'intégrité marginale. C'est pourquoi, certains auteurs (4-45) ont émis l'idée selon laquelle un amalgame devrait présenter un "flow" important puis un "creep" faible.

Cette relation, si elle est vérifiée in vitro, n'est pas en accord avec les expérimentations effectuées in vivo. JORDAN en 1978 (38) insère en bouche 4 amalgames différents ayant des valeurs de creep différentes. La comparaison de l'évolution de l'interface est effectuée à l'aide de répliques pendant 18 mois. L'auteur ne peut établir une relation entre adaptation marginale et creep. Nous pensons toutefois qu'il faut prendre en compte de nombreux paramètres, ne serait-ce que des contraintes équivalentes entre les différents produits, ce qui semble impossible à obtenir en bouche.

3.132 PARAMETRES DEPENDANT DE LA MANIPULATION

Si nous pouvions analyser dans une bouche les directions, les déplacements et les forces subies par les dents, nous pourrions, en fonction des résultats obtenus et connaissant les variations dimensionnelles du matériau d'obturation, choisir le plus adapté au cas à traiter.

Un amalgame, suivant les normes de l'A.D.A. (33) doit subir des variations dimensionnelles comprises entre $-20\mu/m$ et $+20\mu/m$. Si l'écart entre ces deux extrêmes est si important, ce n'est pas du tout par goût de l'imprécision de cette docte association ; ses membres se sont, en effet, aperçus que les paramètres, tant dus à la manipulation qu'au milieu, ne permettent pas de présager de l'ex-

pansion ou de la rétraction d'un amalgame donné. L'A.D.A. pense d'ailleurs que le hiatus est plus fonction de la plasticité de l'amalgame lors de l'insertion que du changement dimensionnel.

Le temps de trituration.

Plus le temps de trituration est important, plus la rétraction est grande ; car le mouillage de l'alliage par le mercure s'effectue plus rapidement, les porosités sont de même plus vite éliminées.

Elimination des excès de mercure.

S'il est nécessaire, après trituration manuelle, d'éliminer les excès de mercure en exprimant celui-ci dans une peau de chamois, certains praticiens conservent cette habitude à l'égard des amalgames triturés mécaniquement. On observe en fait une altération des propriétés du mélange obtenu, étant donné que les vibreurs doivent être réglés suivant les proportions fournies par le fabricant. Cet essorage supplémentaire diminue le pourcentage de mercure. L'amalgame aura donc tendance à se rétracter.

La plasticité de l'amalgame.

Ce facteur dépend de deux paramètres : la grosseur des particules et le rapport poudre-mercure. Plus les particules de la poudre d'alliage sont grosses, plus la quantité de mercure est importante, plus la prise est lente.

Pour l'A.D.A., c'est le caractère le plus important pour espérer une bonne adaptation. La plasticité est en fait liée au fluage initial de l'amalgame qui permet à l'opérateur de bien condenser le matériau dans la cavité. Les amalgames à haute teneur en cuivre ayant une poudre très fine, donc un temps de prise très court, n'ont pas une très bonne plasticité, c'est en fait, le reproche majeur que l'on puisse leur opposer.

GRANATH en 1971 (30) à la suite des travaux de JORGENSEN en 1967 qui préconise la "wet technique" laissant donc dans le mélange du mercure en excès, étudie la relation existant entre la plasticité de l'amalgame lors de l'insertion de celui-ci dans une cavité, et la présence de l'interface. Il est à remarquer que cette étude est réalisée entièrement au laboratoire, les cavités étant taillées dans des dents de cachalots. L'interface est mise en évidence par

la méthode de l'auteur, consistant en un passage d'air comprimé (29) au niveau du hiatus. Une relation directe est établie entre la plasticité du matériau et l'interface. La qualité du joint dépend principalement du degré de mouillabilité au moment de l'insertion. Les amalgames sans zinc étant moins plastiques présentent des défauts d'étanchéité d'après cet auteur.

La condensation.

Si MELCER (54) détermine que le frittage manuel est imparfait et préfère utiliser une condensation mécanique à l'aide d'ultra-sons, MATHEWSON en 1975 (53) émet des conclusions totalement différentes. Pour lui, les amalgames ayant la meilleure adaptation sont ceux qui sont exprimés avant insertion puis condensés manuellement. La condensation mécanique augmente le rapport Mercure-Argent en surface, rendant l'obturation moins fiable

TORNEY en 1979 (73) fait réaliser par 10 dentistes, quatre types de frittage différents. Trois condensations sont effectuées mécaniquement à l'aide de condenseurs type Orbison, Condensaire, Elecromallet, le quatrième mode de frittage est lui manuel. La conclusion de cette étude est qu'il n'y a pas de différence d'adaptation entre les différentes techniques ; sauf pour le condenseur Orbison qui s'avère défectueux. Il y a par contre une différence significative de résultats entre les expérimentateurs, ceci provenant de l'habitude pour chacun d'une technique de frittage particulière qu'il domine donc mieux.

Finition.

La finition d'un amalgame doit comprendre trois étapes :

La sculpture, le brunissage et le polissage.

Sculpter un amalgame, c'est donner une forme anatomo-fonctionnelle à l'organe dentaire pour qu'il puisse remplir sa fonction dans d'excellentes conditions mécaniques.

Le brunissage, c'est dans la même séance éliminer le plus possible les rugosités laissées en surface par les instruments tranchants utilisés pour la sculpture, pour obtenir une diminution de la surface offerte au milieu ambiant : la salive.

Enfin, le polissage est un stade ultime long et délicat utilisant des instruments rotatifs dont les grains sont de plus en plus fins. En clinique, il

est impossible d'obtenir une surface comparable à celle réalisée en laboratoire lors des préparations pour observation métallographique.

Ces techniques de finition influent en surface sur la répartition des différentes phases.

BOYER (5,6) dans une analyse de microstructure, grâce à la microsonde à balayage, observe des variations quantitatives de composition de surface en fonction du brunissage et du polissage.

Le brunissage entraîne en surface et sur une épaisseur de 200 μ une concentration augmentée de mercure et des phases γ_1 et γ_2 . Une diminution concomitante de γ est observée, puisque cette phase n'est présente que dans la proportion de 2,2 %. Au dessous de 200 μ nous enregistrons en corollaire une diminution de concentration du mercure et des phases γ_1 et γ_2 . La phase γ redevient prépondérante.

Le polissage, lui, entraîne en surface une augmentation du mercure et de la phase γ s'il est effectué après sculpture. Effectué après brunissage, il n'entraîne pas de variation dans la répartition des phases s'il n'est pas trop important.

Il est admis classiquement que le polissage provoque surtout pour les amalgames conventionnels, une diminution de la corrosion ; toutefois, cette technique ne semble pas apporter une nette amélioration de l'adaptation marginale.

COTHREN en 1978 (17) dans une étude réalisée à l'aide de Ca^{45} ne met pas en évidence d'amélioration de coaptation après finition de l'obturation, quelle que soit la technique utilisée pour ce faire. Nous émettons toutefois des réserves quant à la fiabilité des études réalisées à l'aide de marqueurs radioactifs.

GUDBRAND (32) met en évidence en microscopie optique, après un polissage effectué tout d'abord au papier émerisé puis avec un feutre couvert de pâte d'alumine, une détérioration du joint par ce type de polissage. Il y a en effet augmentation de l'interface après polissage. Les défauts de coaptation sont aggravés car ce type de finition produit des fractures au niveau de la zone de coaptation, tant pour l'émail que pour l'amalgame.

KAICHIU CHAN en 1977 (39), après avoir obturé 30 cavités de classe V in vitro, garde dix dents sans finir, brunit les dix autres 10 minutes après la

prise. Enfin il polit à l'aide de disques émerisés, puis à l'aide de poudre de ponce, puis avec un feutre les 10 dernières. Les restaurations sont ensuite visualisées au microscope électronique.

- Les échantillons non finis présentent un relief irrégulier avec des défauts d'adaptation assez importants au niveau de la jonction émail-amalgame.

- Les échantillons polis présentent la surface la plus régulière, toutefois des cassures se produisent au niveau du hiatus augmentant les imperfections pré-existantes.

- Les échantillons brunis, s'ils ne présentent pas un poli comparable au type pré-cité, possèdent une bien meilleure adaptation marginale ; une couche amorphe d'amalgame est rabattue dans l'interface.

Nous voyons donc au travers de ces différentes expérimentations que si le polissage peut être néfaste, le brunissage, lui, doit être conseillé afin de mater l'amalgame le long du bord externe de la cavité.

L'opérateur.

On ne peut éliminer ce paramètre primordial qu'est l'opérateur. Suivant sa conscience professionnelle, suivant sa dextérité manuelle, des cavités similaires obturées avec un matériau identique, se comporteront d'une façon totalement différente.

MATHEWSON en 1975 (53) , ayant fait obturer in vitro des cavités en utilisant la même méthode de condensation et le même alliage par 46 hygiénistes différents établit une corrélation statistique probante entre la coaptation de l'amalgame aux bords cavitaires et la qualification de l'opérateur.

De même KHERA en 1978 (40), établit une relation entre la bonne finition d'une cavité, qui selon lui doit être terminée à l'aide de ciseau à mains, (ceci afin de régulariser les prismes d'émail) et l'adaptation du matériau.

Il est évident que des cavités mal nettoyées, où des débris nombreux subsistent, provoqueront une moindre adhérence du produit de restauration.

De même, si la cavité est humide, lors de l'insertion de l'amalgame, nous assisterons à une oxydation du matériau qui en altère les propriétés.

Le milieu.

Les obturations insérées dans un milieu biologique, difficilement reproductible au laboratoire, seront soumises à des stress variant d'un individu à l'autre. Le devenir d'une obturation sera sous la dépendance :

- du milieu salivaire,
- des autres obturations existant en bouche et de leurs structures,
- du type de contraintes mécaniques,
- de l'hygiène du patient,
- du type alimentaire, etc...

LETZEL (47) dans une étude clinique réalisée sur une durée de deux ans, étudie plusieurs paramètres ayant une influence sur l'intégrité marginale de restaurations réalisées avec différents types d'amalgame d'argent ; il conclue que :

- l'influence de l'opérateur n'est pas représentative.
- l'influence du patient est prépondérante durant les premiers mois puis décroît progressivement dans le temps. Au bout d'un an, les rôles joués par le patient et le type d'amalgame d'argent sont sensiblement équivalents.
- l'influence du type d'alliage en fonction de la valeur du creep augmente progressivement dans le temps. Ce facteur devient prépondérant au bout d'un an. Il y a une corrélation positive entre les fractures marginales et la valeur de creep, plus celui-ci est faible, meilleur est à long terme le comportement de l'amalgame.

Nous pouvons conclure avec BLANC BENON (4) que :

"L'aspect d'une restauration à l'amalgame après des années de service dans un environnement buccal chimiquement variable et instable est conditionné par des paramètres connus du fabricant, tandis que la préparation de la cavité, la manipulation clinique, la mise en place et les facteurs ou rapports occlusaux sont autant d'éléments maîtrisés de façon inconstante par chaque praticien pris individuellement à un moment donné."

3.2 UTILISER UN VERNIS ; POURQUOI ?

Nous avons systématiquement utilisé un vernis type copalite ; ceci en accord avec les normes de l'ADA (33) ; il est en effet recommandé l'utilisation d'un vernis de ce type pour plusieurs raisons. Tout d'abord il y a obturation des extrémités des tubulis dentinaires coupés lors de la taille ; ensuite il y a une diminution du phénomène de percolation.

Toutefois, il est relaté par les expérimentateurs une disparition des effets bénéfiques du vernis lors de l'utilisation de thermocyclage.

3.21 QUEL VERNIS EMPLOYER ?

ERIKSEN (22) étudie la perméabilité de quatre produits utilisés comme isolants. Pour ce faire, après application du vernis ou du fond cavitaire sur un parchemin, il est vérifié le passage ou non d'air sous pression. Les vernis utilisés sont le copalite et le tubulitec. Les fonds de cavités sont le Dycal (Hydroxide de calcium) et le Dropsin (ciment phosphate).

Les résultats obtenus sont visualisés dans le schéma n°17.

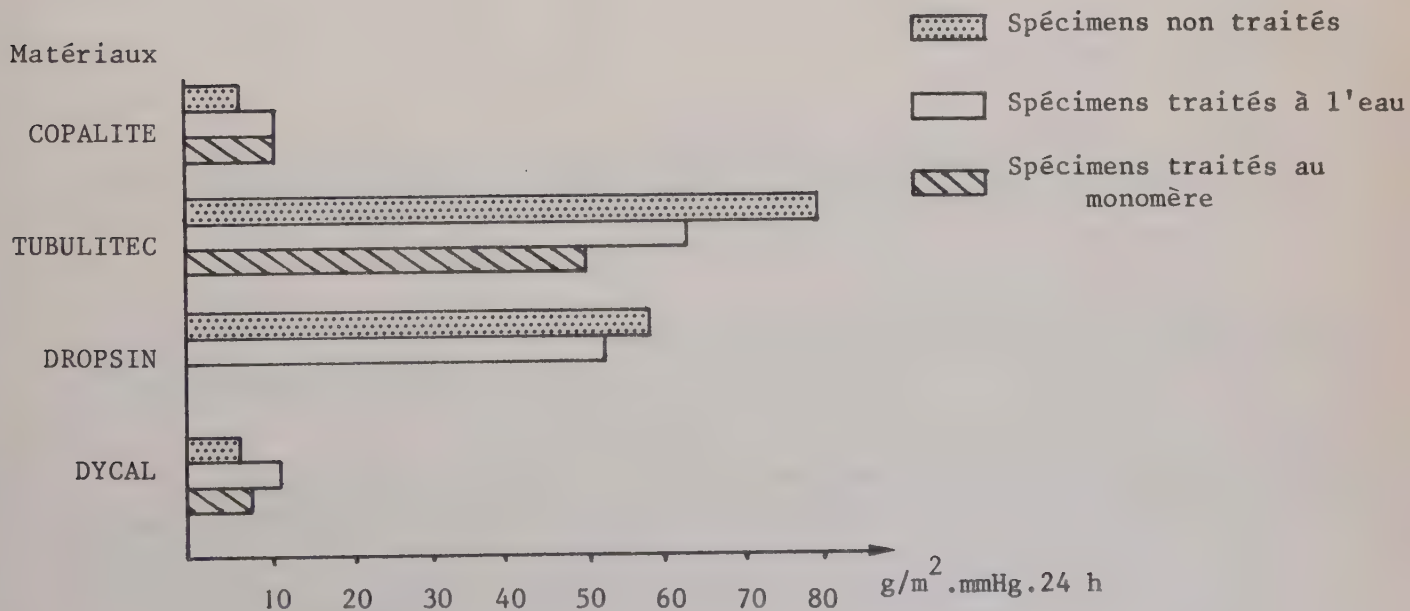


Schéma n°17 : Perméabilité des isolants cavitaires d'après ERIKSEN (22).

Nous voyons le bien meilleur comportement du copalite par rapport au Tubulitec. Il y a toutefois une légère augmentation de perméabilité tant au contact de l'eau qu'au contact d'un monomère.

GOING (24) étudie lui la pénétration d'iode 131 suivant le type d'isolant utilisé :

- sur les échantillons témoins, où il n'a été appliqué aucun isolant sous l'amalgame, la pénétration est totale.
- avec un emploi de copalite, la pénétration est limitée le long des bords cavitaires. Pas de pénétration dans la dentine.
- avec le Tubulitec, la pénétration est un peu plus importante le long des bords cavitaires, mais il n'y a toujours pas de passage du marqueur dans la dentine.
- avec le Dycal, il y a une grande pénétration du marqueur ; la dentine n'est pas protégée.
- avec l'Eugénate, il n'y a pas isolation de la dentine, le marqueur y pénétrant ; mais par contre, il y a un bon effet d'isolation thermique.

GOING conclue en affirmant que le meilleur fond cavitaire doit être isolant thermique, isolant galvanique, isolant dentinaire et doit diminuer le hiatus. Il préconise donc l'emploi d'Eugénate en fond cavitaire recouvert de Copalite.

3.22 AUGMENTATION DE LA RETENTION PAR LE VERNIS

SHOZO KANAI (67) après avoir effectué une perforation dans des disques d'ivoire détermine deux groupes.

Le premier groupe est obturé à l'amalgame d'argent sans passage préalable de vernis copalite.

Le deuxième groupe est obturé après application de vernis. Une fois la

prise réalisée, les obturations sont désinsérées. Il est noté une amélioration significative de la rétention de l'ordre de 20 %, après utilisation de vernis.

3.23 DIMINUTION DU HIATUS GRACE AU VERNIS

Deux cas sont à considérer suivant que les échantillons soient soumis ou non à cyclage thermique.

Echantillons non soumis au cyclage thermique :

Que l'expérimentation soit réalisée in vivo : PHILLIPS (58), ANDREWS (2), ou in vitro : SWARTZ (71), CHRISTEN (14), il y a toujours une diminution du hiatus pour les cavités traitées avec un vernis par rapport à celles qui ne le sont pas. Cette diminution de l'interface reste constante dans le temps puisque PHILLIPS et ANDREWS notent à six mois, in vivo, un meilleur comportement pour les cavités vernies.

Echantillons soumis au thermo cyclage :

PINTO (61) et WILSON (75) après avoir soumis des dents obturées à l'amalgame d'argent, avec et sans passage de vernis préalable, au thermo cyclage, notent une bien moins bonne adaptation lors de l'utilisation de vernis.

SMITH (68) utilise 3 amalgames différents : un amalgame conventionnel, un amalgame sphérique, un amalgame à haute teneur en cuivre avec et sans vernis. Après thermo cyclage, cet auteur, alors que toutes les études précédentes ne mettaient pas en évidence de différence d'adaptation entre les différents types d'amalgame, conclue au meilleur comportement des obturations après passage de vernis pour l'amalgame conventionnel et l'amalgame sphérique. Par contre, SMITH note une moins bonne adaptation après utilisation de vernis pour l'amalgame à haute teneur en cuivre. Cet auteur a toutefois retenu la possibilité d'une altération des échantillons par le thermo cyclage.

Au vu des diverses expérimentations sus-citées, nous pensons que la technique, d'ailleurs totalement artificielle du thermo cyclage doit être condamnée. Les dents sont en effet, en général, laissées successivement pour une durée

de deux minutes à chaque fois dans un bain dont la température est comprise entre 0° et 4°C puis dans un autre bain dont la température est comprise entre 56° et 60°C. L'opération est répétée de 15 à 100 fois suivant l'expérimentateur. Ce modèle expérimental prétendant reproduire les différences thermiques enregistrées en bouche lors de l'alimentation ne correspond absolument pas à la réalité et paraît plutôt s'apparenter à un supplice moyenâgeux. La différence des résultats entre les travaux réalisés in vivo chez l'homme et ceux utilisant le thermocyclage suffit pour permettre de conclure à l'inutilité et la non fiabilité de ce dernier mode d'expérimentation.

3.24 VERNIS ET REPRISE DE CARIE

Si le vernis est un bon isolant dentinaire, il doit réduire le phénomène de reprise de carie.

SWARTZ (70) note qu'un vernis appliqué in vitro sur l'émail protège celui-ci dans la proportion de 80 % lors de l'attaque par de l'acide phosphorique.

GRIEVE (31), par attaque de gel acidifié in vitro, met en évidence la proportion bien moindre de caries sur les cavités obturées à l'amalgame d'argent traitées préalablement au Tubulitec ou Copalite. Cet auteur pense que la reprise plus faible de caries est due à une oblitération partielle de l'interface par le vernis. En cas d'atteinte carieuse sur cavités vernies, celle ci est peu profonde.

ELLIS (21), dans une étude dont le protocole expérimental, nous semble intéressant, puisque cet auteur n'attaque pas les dents à l'acide, mais fait agir le lactobacillus arabinosus, note aussi une nette diminution de reprise de caries sur les dents traitées au Copalite avant obturation à l'amalgame d'argent, par rapport à celles qui sont obturées sans application préalable de vernis cavitaire.

DUREE DE L'EXPERIENCE	Reprise de carie		Absence de carie	
	Cavités vernies	Cavités non vernies	Cavités vernies	Cavités non vernies
12 semaines	1	10	10	1
16 semaines	7	15	10	2
TOTAL	8	25	20	3

Comparaison entre le nombre de cavités vernies et non vernies présentant une reprise de carie, d'après ELLIS (21)

L'action du vernis, quant à la diminution du phénomène carieux semble intéressante.

Au vu des avantages relevés, tout au long de ce chapitre, il nous semble judicieux d'utiliser un vernis cavitaire avant l'obturation de nos cavités à l'amalgame d'argent.

3.3 REPRISE DE CARIE AUTOUR D'UN AMALGAME

=====

HALLS, (34) après passage in vitro d'acide lactique le long des bords marginaux de restaurations obturées à l'amalgame d'argent, détermine deux types de lésions carieuses (cf schéma n° 18).

- premièrement, une lésion d'attaque externe primaire,
- deuxièmement, une lésion au niveau des murs cavitaires.

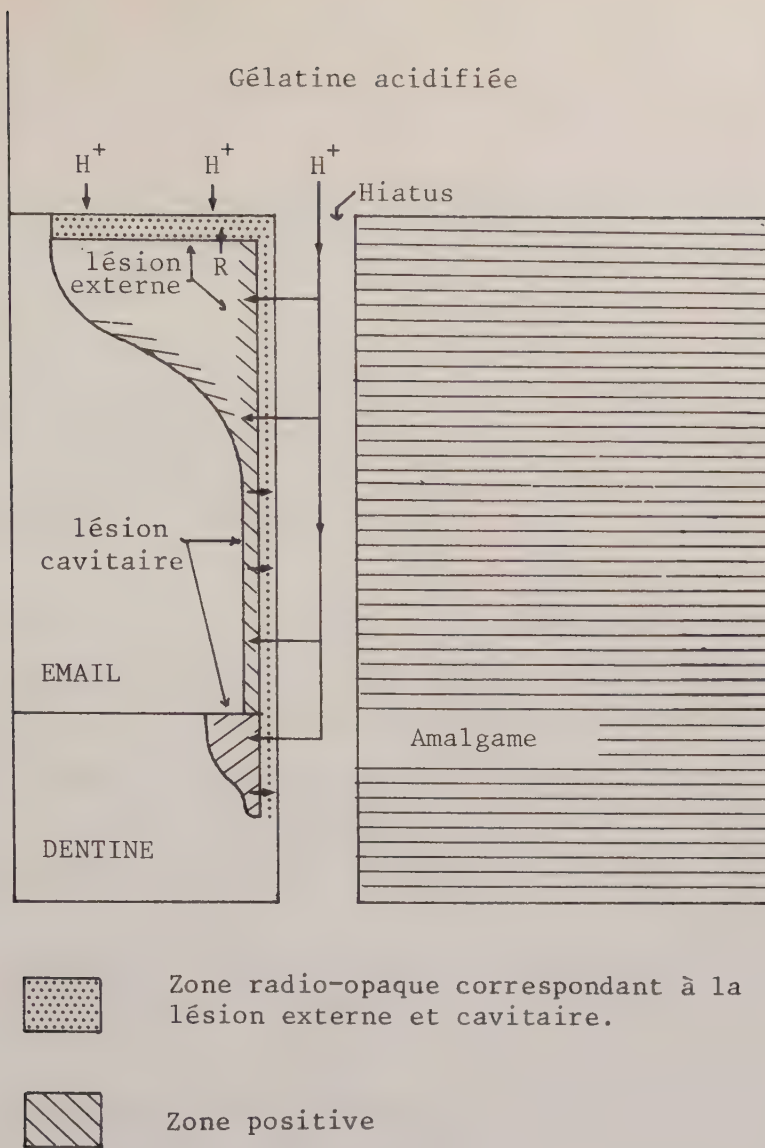


Schéma n°18 : Principe de reprise de carie d'après HALS (34)

Cet auteur tire quatre conclusions :

- l'attaque est plus rapide le long des prismes qu'à travers les prismes.
- l'attaque est plus importante dans les zones où les prismes d'émail ne sont pas soutenus, ainsi que dans les zones de défaut marginal.
- la pénétration est d'autant plus rapide que l'interface est grand.
- l'attaque des ions H^+ s'effectue perpendiculairement aux murs cavitaires.

Si ELLIS (21) et GRIEVE (31) notent un moins grand pourcentage de reprise carieuse, après passage de vernis sur les bords cavitaires avant obturation à l'amalgame, les auteurs en général s'accordent pour noter une plus grande reprise de

caries marginales au niveau de l'amalgame qu'au niveau du composite.

KIDD (41) détermine avec ce type d'expérimentation in vitro, 77% de reprise carieuse au niveau de l'amalgame pour 13 % au niveau du composite. HALS (34) donne des résultats similaires.

HALS (35), cette fois-ci, dans une expérience réalisée in vivo, ne peut corroborer les résultats obtenus in vitro par gel acidifié. Il ne peut être mis en évidence in vivo une différence de reprise de caries entre des obturations obturées à l'amalgame ou au composite.

C'est ELLIS (21) qui apporte une réponse à cette divergence de résultats. Cet auteur inclue des dents à l'intérieur de tubes à diffusion. La partie coronaire baigne dans un milieu pauvre en acide nicotinique alors que la partie radiculaire baigne dans un milieu riche en acide nicotinique. L'auteur inocule le milieu pauvre en acide nicotinique avec *Lactobacillus arabinosus* ; les tubes à diffusion sont mis en incubation. L'échantillon est formé de deux groupes :

- le premier est constitué de dents saines non obturées,
- le deuxième est constitué de dents obturées à l'amalgame d'argent.

Sur les dents non obturées, les reprises de caries s'effectuent au fond des sillons. Sur les dents obturées, la reprise est marginale à l'amalgame. Toutefois, un fait est très important à retenir : si le pH final de la solution péri-coronaire est de 4,7 pour des dents obturées, ce pH n'est que de 4,3 pour les dents saines. Cette différence de pH pourrait s'expliquer par une inhibition du lactobacille au contact de l'amalgame, du fait du potentiel électrique de ce dernier ; il y a forcément moins de production d'acide lactique d'où moins de reprise carieuse.

Cet élément (l'inhibition du lactobacille) n'avait pas été retenu par les auteurs utilisant uniquement un gel d'acide lactique. Que l'amalgame réagisse moins bien in vitro au contact de l'acide n'a aucune importance si ce matériau in vivo peut inhiber la bactérie produisant cet acide.

Nous constatons en fait que la production de caries in vitro par gel acidifié est un modèle expérimental par trop simpliste pour espérer déterminer la meilleure résistance de tel ou tel matériau de reconstitution coronaire au phénomène de reprise carieuse.

CHAPITRE IV

RESULTATS

=====

APPLICATION DE LA TECHNIQUE A LA MESURE

=====

DE L'INTERFACE DENT-AMALGAME D'ARGENT

=====

4.1 PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Quelques essais nous ont permis de tester la méthode idéale que nous préconisons et d'avoir un aperçu de la teneur en bouche des obturations chez le rat.

Le rat est un rongeur, aussi à temps égal, les restaurations subissent-elles des contacts occlusaux beaucoup plus nombreux que chez l'homme, ce qui entraîne des contraintes plus grandes. Nos premières observations nous ont conduit à limiter à 6 semaines notre expérimentation.

Les animaux utilisés sont des rats blancs mâles adultes de souche WISTAR, habitués à l'animalerie depuis au moins quinze jours.

Chaque animal est pesé, puis anesthésié à l'Imalgène.

Sur chaque animal est réalisé une reconstitution triturante à l'amalgame d'argent au niveau de chaque première molaire supérieure. Une obturation est effectuée sur dent vivante, l'autre sur dent dévitalisée.

Après réveil, l'animal est replacé dans une cage à l'animalerie en compagnie des autres opérés de la même série.

Afin de voir l'évolution du hiatus dans le temps, nous avons réparti les animaux opérés en 7 groupes de 5 rats sacrifiés selon le calendrier suivant :

Temps 0	1 heure	environ après l'obturation			
Temps 1	1 semaine	"	"	"	"
Temps 2	2 "	"	"	"	"
Temps 3	3 "	"	"	"	"
Temps 4	4 "	"	"	"	"
Temps 5	5 "	"	"	"	"
Temps 6	6 "	"	"	"	"

Avant le sacrifice, les rats sont pesés afin de contrôler s'ils ont eu un comportement alimentaire normal, si une gêne masticatoire ne les a pas empêché de se nourrir correctement, et si une alimentation déficiente ne pourrait pas agir en retour sur l'évolution de la dentine et l'amalgame d'argent.

Pour appréhender l'effet propre à l'anesthésie sur l'état général des animaux, nous avons été amené à constituer un lot de témoins qui ne subirent que l'anesthésie à l'Imalgène et dont nous avons suivi la croissance pondérale sur 6 semaines.

Immédiatement après le sacrifice, les dents sont prélevées et fixées en vue de leur utilisation ultérieure en microscopie.

4.2 RESULTATS

=====

4.21 ETAT GENERAL DE L'ANIMAL.

Evolution des poids en pourcentage
Rats traités

LOT N°d'ob- servation	1	2	3	4	5	6
1	- 1,26	- 2,81	+ 5,81	+ 11,76	+ 15,20	+ 11,45
2	- 2,70	+ 2,96	+ 2,29	+ 4,85	+ 8,30	+ 13,47
3	- 7,41	+ 1,33	- 1,35	+ 11,78	+ 9,10	+ 19,36
4	- 15,66	+ 1,40	+ 2,53	+ 6,75	+ 15,70	+ 14,83
5	- 8,33	- 5,63	- 5,49	+ 8,95	+ 17,20	+ 31,38
Moyenne	- 7,07	- 2,75	+ 3,79	+ 8,81	+ 13,10	+ 18,10
Ecart type	5,66	2,15	2,74	1,53	2,05	3,98

Evolution des poids en pourcentage

Rats témoins

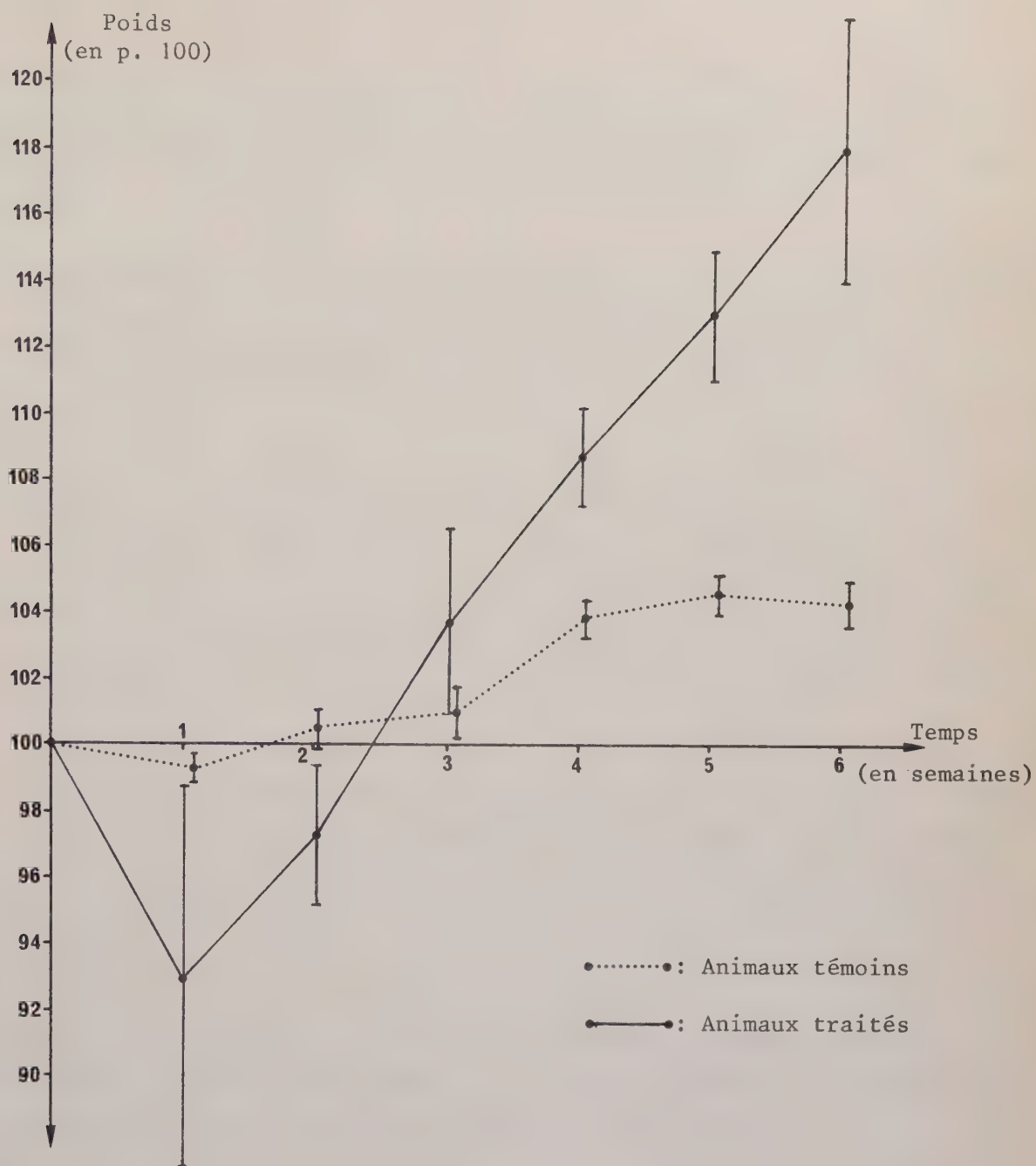
N° d'ob- servation \ LOT	1	2	3	4	5	6
1	- 2,16	+				
2	- 1,77	+				
3	- 1,27	+				
4	- 1,11	0	+			
5	+ 0,86	- 1,51	+			
6	+ 1,02	+ 2,05	+			
7	- 2,99	- 2,35	- 1,07	+ 4,27	+ 4,06	+ 4,49
8	+ 1,13	+ 3,86	+ 4,09	+ 6,14	+ 7,06	+
9	- 0,39	0	+ 0,99	+ 2,58	+ 5,17	+
10	- 0,68	+ 1,36	+ 2,05	+ 4,10	+ 4,56	+
11	- 1,05	+ 0,52	+ 1,31	+ 4,74	+ 5,53	+ 5,79
12	- 0,75	+ 0,94	+ 0,38	+ 3,41	+ 3,41	+ 3,79
13	- 1,86	- 0,41	- 0,41	+ 1,87	+ 2,70	+ 3,32
Moyenne	- 0,85	+ 0,45	+ 1,05	+ 3,87	+ 4,64	+ 4,35
Ecart type	0,36	0,58	0,70	0,58	0,59	0,67

Les résultats correspondant à ces tableaux sont reportés dans la courbe n° 19 . Les valeurs sont exprimées en pourcentage d'acquisition ou de perte de poids par rapport au poids initial (les animaux pesant tous entre 375 et 550 grammes).

Nous pouvons remarquer chez les rats témoins que si l'anesthésie entraîne une perte de poids au bout d'une semaine, celle-ci ne dure pas, les animaux retrouvant un poids normal au bout de deux semaines. Les rats grossissent ensuite de façon lente, ce qui est normal pour des animaux adultes.

Par contre, chez les rats porteurs d'obturation, nous notons une chute de poids très importante qui va disparaître au bout de deux semaines. Les animaux grossissent alors de façon importante.

C'est pourquoi nous avons cherché à savoir si le rat qui subit nos ex-



EVOLUTION PONDERALE COMPARATIVE DES RATS TRAITES ET DES RATS TEMOINS

Courbe n° 19

périmentations ressent notre intervention comme un stress.

En effet, ce type de comportement est très voisin des réactions d'un organisme confronté à un stress. Selon SELYE (66) qui a utilisé ce mot pour la première fois, un organisme réagit à une situation de stress par un syndrome qui peut être résumé en trois étapes :

- la première est la phase d'alarme. Elle représente le temps nécessaire à l'organisme agressé pour mobiliser ses moyens de défense. Cette phase d'alarme est d'autant plus courte que l'organisme est plus résistant.
- après cette première étape, se développe la phase de résistance. Elle correspond à l'adaptation et à la défense de l'organisme vis à vis de l'agression. Elle consiste surtout en la mise en place des mécanismes neurovégétatifs et hormonaux. Si les moyens de défense de l'organisme sont pleinement efficaces, ils permettent une réponse optimale contre le stress.
- la troisième étape dépend avant tout du type de stress imposé à l'organisme. S'il cesse, l'organisme entre dans une phase de récupération. Par contre, s'il se poursuit, cette étape se traduit par une dégradation de l'état général de l'organisme qui peut conduire jusqu'à la mort.

Le rat étant un animal très sensible à l'ulcère gastrique de stress, nous avons étudié la fréquence des ulcères chez les rats témoins et les rats porteurs d'obstructions suivant la méthode de VANETTI (74) et QUILLON (63).

Evolution des ulcères

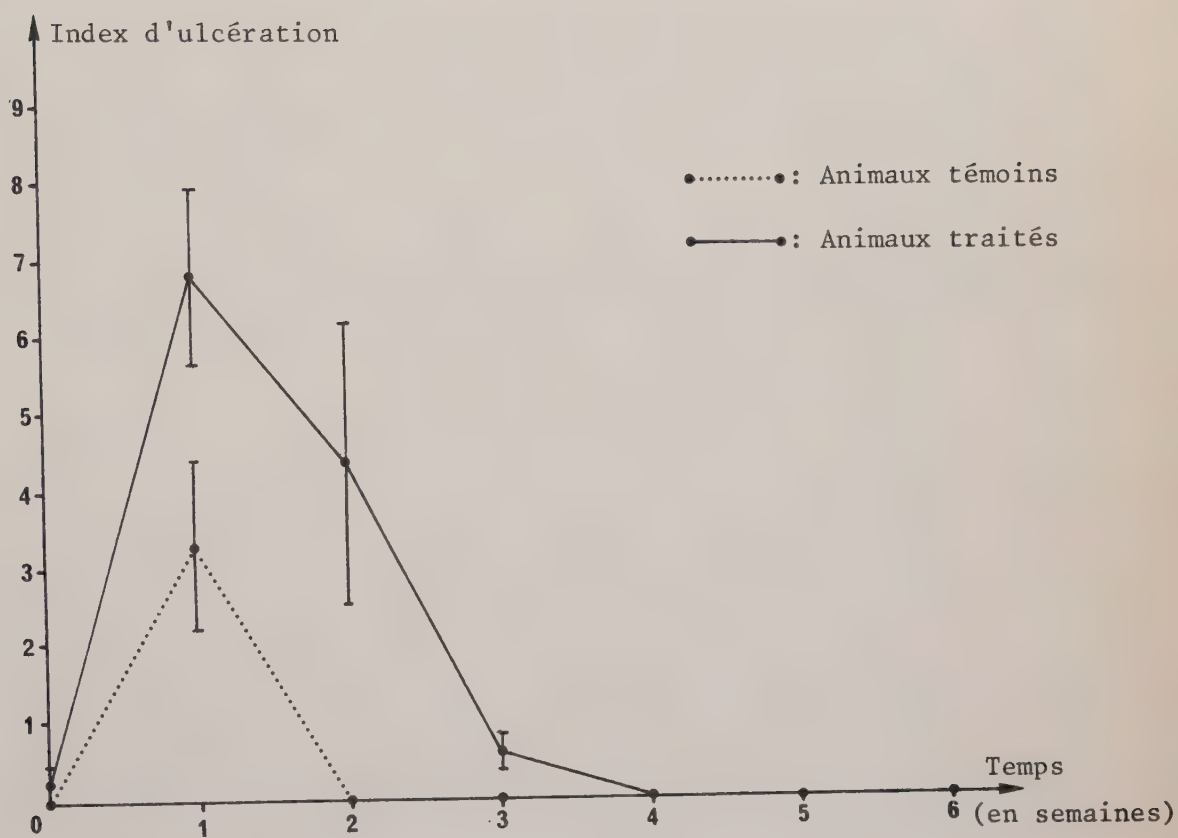
Rats traités

N° d'ob- servation \ LOT	0	1	2	3	4	5	6
1	0	6	10	0	0	0	0
2	0	4	5	1	0	0	0
3	0	7	0	1	0	0	0
4	0	7	3	1	0	0	0
5	1	10	4	0	0	0	0
Moyenne	0,20	6,80	4,40	0,60	0	0	0
Ecart type	0,25	1,08	1,82	0,25	0	0	0

Evolution des ulcères

Rats témoins

N° d'ob- servation \ LOT	0	1	2	3	6
1	0	5	0	0	0
2	0	3	0	0	0
3	0	2	0	0	0
Moyenne	0	3,30	0	0	0
Ecart type	0	1,08	0	0	0



EVOLUTION COMPARATIVE DES ULCERATIONS CHEZ NOS RATS D'EXPERIMENTATION

Courbe n° 20

Les résultats correspondant à ces tableaux sont reportés dans la courbe n° 20.

Nous remarquons que chez les rats témoins, la simple anesthésie provoque des ulcères qui sont toutefois guéris en 15 jours. Par contre, chez les rats traités, il faut attendre quatre semaines pour noter la disparition de ces ulcères.

Nous pouvons conclure qu'il si nous avons occasionné une agression notable à l'animal de par notre intervention, il y a habitude de celui-ci à la nouvelle situation ; ceci étant objectivé par une augmentation de poids parallèlement à la guérison des ulcères gastriques.

Des résultats comparables avaient d'ailleurs été trouvés par QUILLON (63) aussi bien en ce qui concerne l'atteinte ulcéreuse, que l'évolution pondérale, bien que le stress provoqué soit différent.

4.22 RESULTATS DE L'EVOLUTION DE L'INTERFACE

Dans les deux tableaux ci-dessous, nous présentons les valeurs d'interface obtenues au cours de l'expérimentation sur dents vivantes et sur dents dévitalisées.

Vivantes

LOT N° d'ob- servation	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆
1	0,9	0,57	0,94	0,49	1,94	4,125	0,515
2	2,4	0,40	0,99	1,55	5,81	1,07	0,705
3	1,4	0,39	0,675	1,15	3,72	1,03	0,7
4	0,38	0,589	0,218	0,65	4,40	0,93	0,5
5	0,65	5,10	0,76	0,95	0,238	1,20	4
Moyenne	1,1460	1,4098	0,7166	0,9580	3,2216	1,6710	1,2840
Ecart type	0,7953	2,0650	0,3069	0,4187	2,1726	1,3752	1,5214

Dévitalisées

LOT N° d'ob- servation	t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	t ₆
1	1,27	1,21	1,875	0,71	1,975	4,25	2,635
2	0,88	1,32	0,71	1,03	2,19	2,62	4,00
3	0,92	1,77	1,5	3,07	1,55	1,03	1,64
4	2,375	1,85	0,82	2,26	2,33	1,62	2,48
5	0,325	1,39	0,862	1,5	2,75	3,50	4,67
Moyenne	1,1540	1,5080	1,1534	1,7140	2,1590	2,6040	3,0850
Ecart type	0,7618	0,2845	0,5083	0,9564	0,4428	1,3189	1,2254

* (mesures effectuées en microns)

Nous allons exploiter les résultats grâce à une analyse statistique descriptive puis en appliquant l'analyse de variance simple.

4.221 STATISTIQUE DESCRIPTIVE

4.2211 LIGNE DE REGRESSION

Cette ligne ainsi que l'expression graphique du nuage sont présentées dans la courbe n°21 pour les dents vivantes et dans la courbe n°22 pour les dents dévitalisées.

Le temps détermine un interface moyen à un instant t donné.

La qualité de la ligne de régression est déterminée par le rapport de corrélation η^2 nous avons $0 \leq \eta^2 < 1$.

Non corrélation : si $\eta^2 \approx 0$, la proportion de variance expliquée est faible et nous pouvons penser à une non corrélation de la valeur de l'interface en fonction du temps.

$\bar{I}$ représente la moyenne des interfaces quelque soit le temps

$\bar{I}_t$ représente la moyenne des interfaces au temps t

Il y a non corrélation entre I et t si, et seulement si, quelque soit t , $\bar{I} = \bar{I}_t$

Corrélation : il y a corrélation entre I et t si $\eta^2 \neq 0$

Dans le cas présent, pour :

des dents vivantes :

ligne de regression : $\bar{I} = 1,49 \mu$ avec un écart type de $1,48 \mu$

$\eta^2 = 0,27$ donc médiocre corrélation de i en fonction du temps

des dents dévitalisées :

ligne de regression : $\bar{I} = 1,91 \mu$ avec un écart type de $1,03 \mu$

$\eta^2 = 0,44$ donc corrélation de i en fonction du temps

4.2212 AJUSTEMENT LINEAIRE

Nous cherchons une relation linéaire entre le temps et l'interface, c'est-à-dire une relation de la forme :

$$I = a \times \text{temps} + b$$

Cet ajustement est réalisé par la méthode des moindres carrés :

$$a = \frac{\text{cov}(I, t)}{\text{var}(t)} ; \quad b = \bar{I} - \bar{a}t$$

Qualité de l'ajustement :

La qualité de l'ajustement dépend de ρ^2

$$\rho^2 = \frac{\text{cov}^2(I, t)}{\text{var } t \cdot \text{var } I} \quad 0 < \rho^2 < 1$$

Si $\rho^2 \approx 1$, nous avons une bonne qualité de l'ajustement linéaire.

Si $\rho^2 \approx 0$, nous avons une mauvaise qualité de l'ajustement linéaire.

- Pour les dents vivantes, nous pouvons établir une équation de la forme :

$$I = at + b \text{ correspondant à } I = 0,12 \times t + 1,12$$

la qualité de l'ajustement linéaire est toutefois très mauvaise puisque $\rho^2 = 0,027$.

- Pour les dents dévitalisées, nous pouvons établir une équation de la forme :

$$I = at + b \text{ correspondant à } I = 0,32 \times t + 0,95$$

la qualité de l'ajustement linéaire est acceptable puisque $\rho^2 = 0,39$.

4.222 ANALYSE DE VARIANCE SIMPLE

Le Test F

"Le modèle F, comme le modèle t, suppose deux hypothèses de base : une population distribuée normalement et un plan EASY. Le paramètre F est défini comme étant le rapport de deux estimations de variances, et ces deux estimations sont indépendantes l'une de l'autre. Donc, si un expérimentateur veut utiliser la dis-

tribution de F , il doit être convaincu que l'hypothèse relative au plan d'échantillonnage (EASY) sont acceptables dans le contexte de son expérience. Lorsqu'il calcule un paramètre F pour résumer ses données, s'il sait que le rapport des variances contient des estimations de variances qui ne sont pas indépendantes, il doit alors réduire les degrés de liberté au numérateur et au dénominateur jusqu'à ce que les estimations puissent être considérées comme étant indépendantes" d'après Mac GEE (50).

Nous testons l'hypothèse que les moyennes des populations observées à chaque période sont toutes égales. Il y a non rejet si $F(dL1, dL2)$ théorique est plus grand ou égal à $F(dL1, dL2)$ observé.

$dL1$ et $dL2$ sont les degrés de liberté de la loi de Snédécour.

- Pour les dents vivantes :

Toutes données réunies de $T0$ à $T6$

Nous avons $F(6,28)$ calculé = 1,6886

$F(6,28)$ théorique à 0,05 = 2,44

$F(6,28)$ théorique à 0,01 = 3,53

Conclusion : nous ne pouvons rejeter l'hypothèse d'égalité.

- Pour les dents dévitalisées :

Nous avons $F(6,28)$ calculé = 3,6167

$F(6,28)$ théorique à 0,05 = 2,44

$F(6,28)$ théorique à 0,01 = 3,53

Nous rejetons l'hypothèse d'égalité tant à 0,05 qu'à 0,01.

- cependant, si nous considérons les 4 premières périodes, soit de $t0$ à $t3$, nous avons :

$F(3,16)$ calculé = 0,8372

$F(3,16)$ théorique à 0,05 = 3,24

$F(3,16)$ théorique à 0,01 = 5,29

Nous ne pouvons rejeter l'hypothèse d'égalité.

- si nous considérons les 5 premières périodes soit de $t0$ à $t4$, nous avons :

$F(4,20)$ calculé = 2,19

$F(4,20)$ théorique à 0,05 = 2,87

$F(4,20)$ théorique à 0,01 = 4,43

Nous ne pouvons rejeter l'hypothèse d'égalité.

• si nous considérons les 6 premières périodes soit de t0 à t5, nous avons

$$F(5,24) \text{ calculé} = 2,63$$

$$F(5,24) \text{ théorique à } 0,05 = 2,62$$

$$F(5,24) \text{ théorique à } 0,01 = 3,90$$

Nous rejetons l'hypothèse d'égalité à 0,05.

Conclusion : nous pouvons rejeter l'hypothèse d'égalité pour les dents devitalisées. Cette hypothèse s'avère inexacte à partir de la sixième période, soit à t5.

Nous avons testé l'hypothèse d'égalité entre les interfaces sur dents vivantes et ceux sur dents devitalisées aux périodes t5 et t6 où l'évolution devient significative pour les dents devitalisées, nous avons :

$$F(1-18) \text{ calculé} = 5,47$$

$$F(1-18) \text{ théorique à } 0,05 = 4,41$$

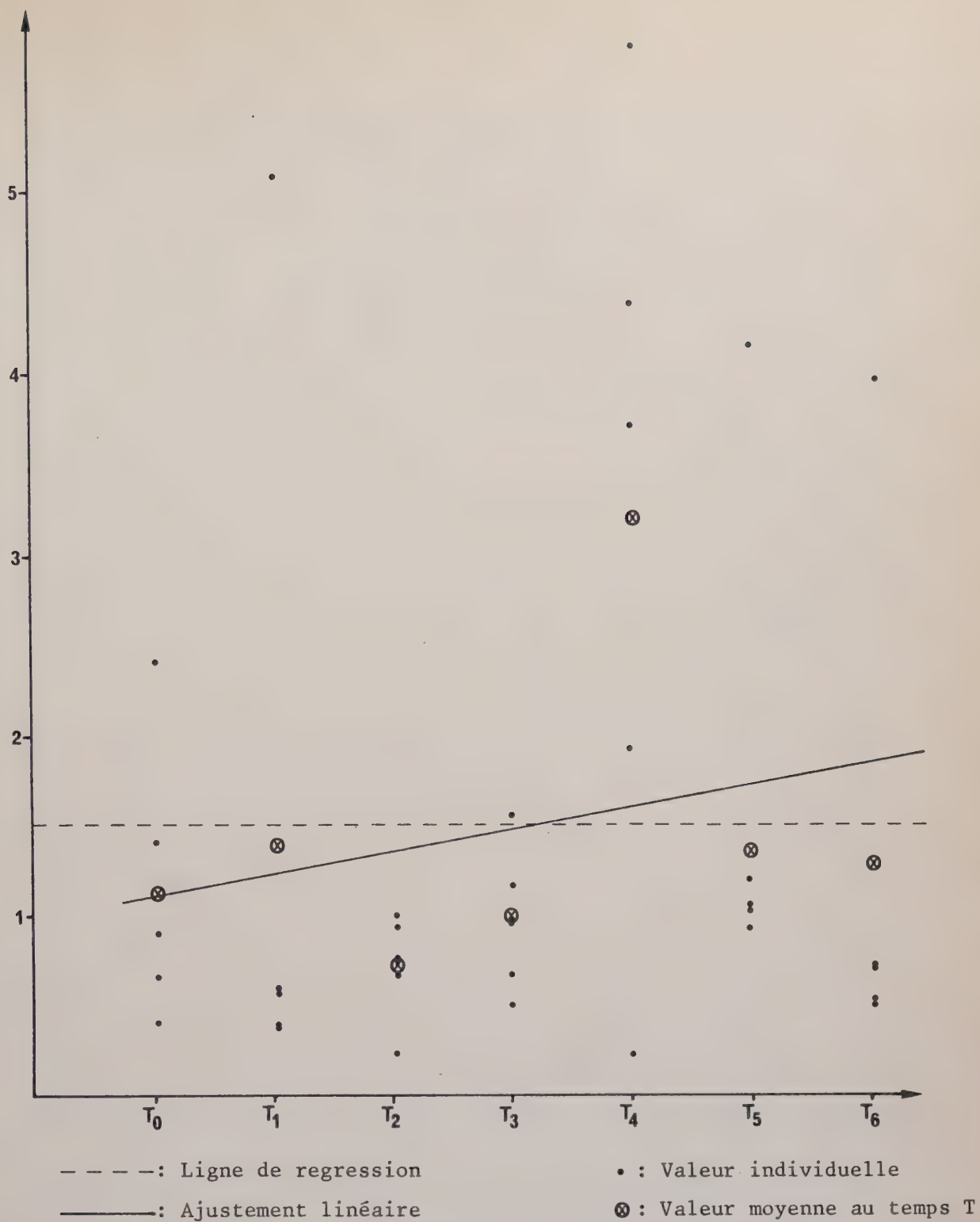
$$F(1-18) \text{ théorique à } 0,01 = 8,28$$

Nous rejetons l'hypothèse d'égalité à 0,05.

Conclusion de l'analyse statistique.

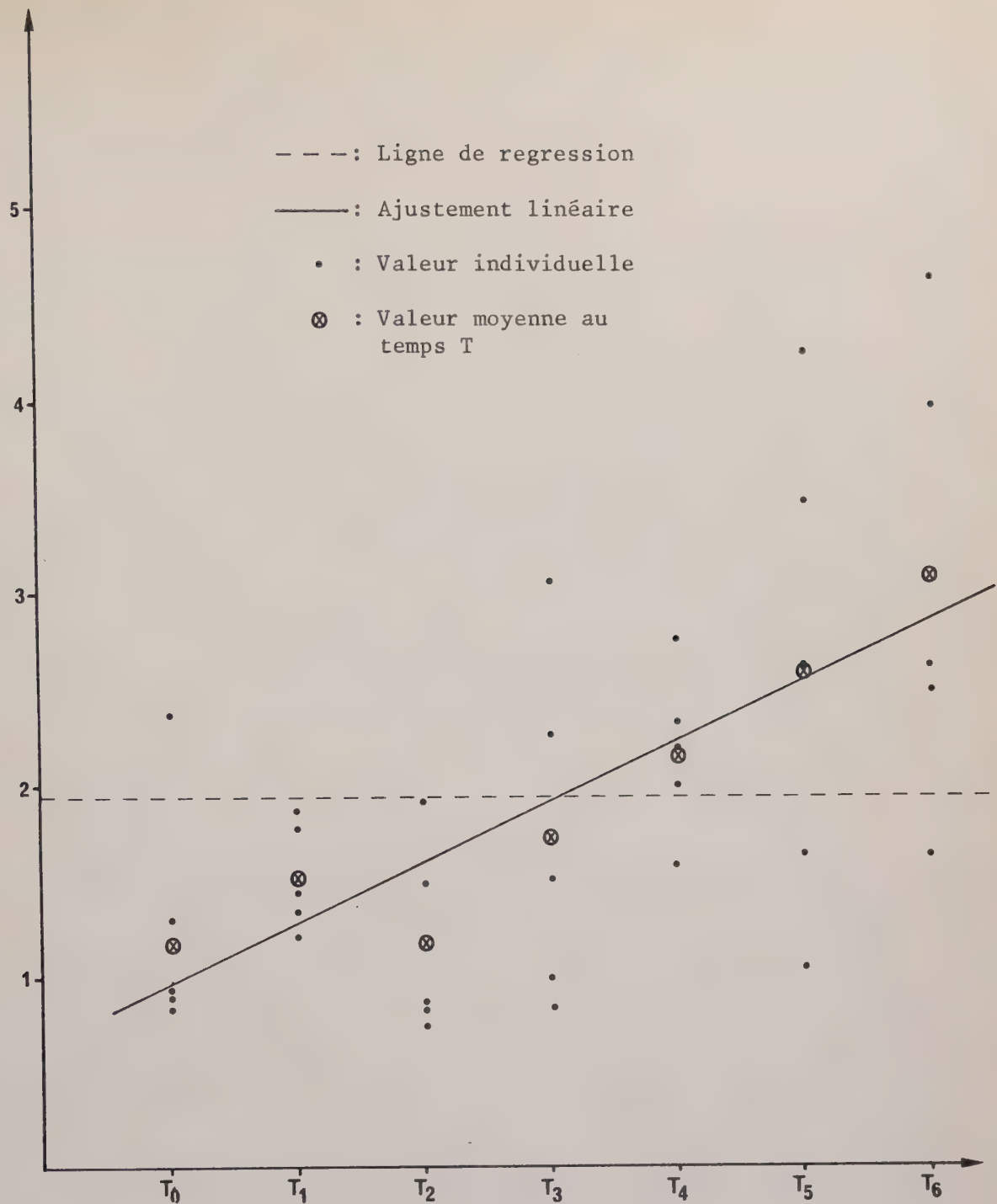
La statistique descriptive nous permet de nous attendre à une non relation de la valeur de l'interface sur dents vivantes, en fonction du temps, résultat confirmé par le test F. La statistique descriptive nous permet de nous attendre à une relation de la valeur de l'interface sur dents devitalisées en fonction du temps. Ce résultat est confirmé par le test F.

Pour les dents devitalisées, l'évolution devient significative à partir de la 5ème semaine.



EXPRESSION GRAPHIQUE DE L'ANALYSE STATISTIQUE DESCRIPTIVE DES RESULTATS
POUR LES DENTS VIVANTES.

Courbe n° 21



EXPRESSION GRAPHIQUE DE L'ANALYSE STATISTIQUE DESCRIPTIVE DES RESULTATS
POUR LES DENTS DEVITALISEES

Courbe n° 22

CHAPITRE V

DISCUSSION

INTERET DE L'UTILISATION DE VERNIS CAVITAIRE.

Si la majorité des auteurs s'accordent pour conseiller l'utilisation d'un vernis cavitaire type "copalite" afin de diminuer l'importance du hiatus, donc d'augmenter la stabilité de la restauration dans la cavité, nous n'avons pas, pour notre part, pu mettre en évidence la présence du vernis sur les parois dentinaires. Par contre, nous avons parfois visualisé une image en torsade (photo n° 7) qui pourrait faire penser à une couche de vernis qui se serait décollée. D'autre part, nous n'avons jamais observé au long de notre étude de tubulis dentinaires débouchant directement au niveau de l'interface. Leur extrémité est systématiquement obturée (photo n° 8) par une substance qui ne peut, à notre avis, être autre que le vernis utilisé.

MESURE ET EVOLUTION DE L'INTERFACE.

Nos résultats font apparaître un interface moyen de $1,49 \mu$ avec un écart type de $1,48 \mu$ pour une obturation réalisée sur dent vivante, et de $1,91 \mu$ avec un écart type de $1,03 \mu$ pour une obturation réalisée sur dent morte. Nous notons donc un interface plus élevé sur dent dévitalisée. Toutefois, l'écart type est dans ce cas moins important, l'échantillon est donc plus homogène. Ceci est normal, car sur les dents vivantes la cavité étant plus petite, les forces de désinsertion sont plus actives, ce qui entraîne une sollicitation plus grande de la restauration et une réponse individuelle ayant tendance à être plus hétérogène que sur une cavité plus conséquente qui stabilise mieux l'obturation.

Nous avons observé dans notre expérimentation une différence essentielle de comportement dans le temps entre les restaurations effectuées sur dents vivantes et celles effectuées sur dents mortes (courbes n° 21 et n° 22). Nous enregistrons en effet une stabilité de la valeur de l'interface sur dent vivante correspondant en statistique descriptive à un mauvais ajustement linéaire en fonction ρ^2 (0,027),

Photo n° 7

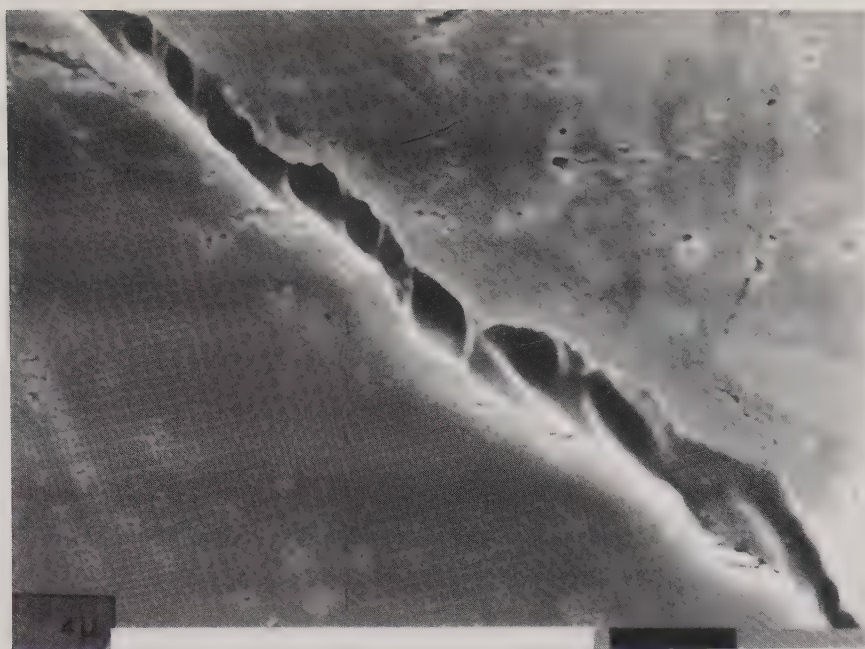


Image d'une torsade dans l'interface pouvant correspondre à la visualisation du vernis cavitaire employé.

(dentine à gauche)

grossissement 4250 fois

Photo n° 8



Pénétration du vernis dans la dentine. Amalgame
en haut.

grossissement 4500 fois

mauvais ajustement confirmé par le test F puisque nous ne pouvons à aucun moment rejeter l'hypothèse d'égalité.

Par contre, il y a augmentation en fonction du temps de la valeur de l'interface pour les dents dévitalisées. La statistique descriptive nous permet de penser à un ajustement linéaire acceptable, la valeur de ρ^2 étant de 0,38. Ce qui nous permet d'établir une équation de la forme $i = at + b$ nous donnant la valeur de i à t donné, soit : $i = 0,32 \times t + 0,95$.

De même le test F nous permet de rejeter l'hypothèse d'égalité entre les moyennes aux différents temps. Cette évolution devenant significative à partir de la 5ème semaine.

Cette différence de comportement est observée couramment en clinique. La dent vivante se comporte comme du "bois vert" MARMASSE (52). Elle conserve donc une certaine élasticité lui permettant d'amortir les contraintes provoquées par les contact occlusaux. Une dent dévitalisée se différencie progressivement car les canalicules sont "deshabités" et la dentine n'est plus nourrie par les fluides en provenance de la pulpe. Comme pour le bois sec, il y aura donc une tendance à la retraction, l'interface augmentera ; la dent dévitalisée devient aussi plus sujette aux fissures et aux fractures.

Cette expérimentation a été réalisée sur le rat. LOISELLE (48) a déterminé une concordance entre les résultats obtenus chez le hamster et chez l'homme. Toutefois, dans cette expérimentation, il était effectué des cavités de classe V. La mastication ne jouait donc aucun rôle. Dans notre étude, au contraire, les cavités sont taillées sur la face triturante des molaires. Si la molaire du rat s'apparente à la molaire humaine, ces deux dents étant brachyodontes et tuberculées, le rat n'a pas du tout le même type masticateur que l'homme. Cet animal étant un rongeur, les restaurations sont soumises à des contraintes de beaucoup plus considérables que celles rencontrées chez l'humain. Cet animal est donc un très bon "banc d'essai" pour nos matériaux. Toutefois, nous nous garderons d'extrapoler complètement nos mesures à l'homme.

Cette valeur de l'interface n'est valable qu'en fonction d'un amalgame donné : dans le cas présent, le Revaloy Free Zinc de S.S. White. Il est probable que cette valeur aurait été différente dans l'hypothèse d'utilisation d'un autre type d'amalgame. Ceci est en correspondance avec les travaux de LETZEL (47) qui

INTERFACE SUR DENT VIVANTE

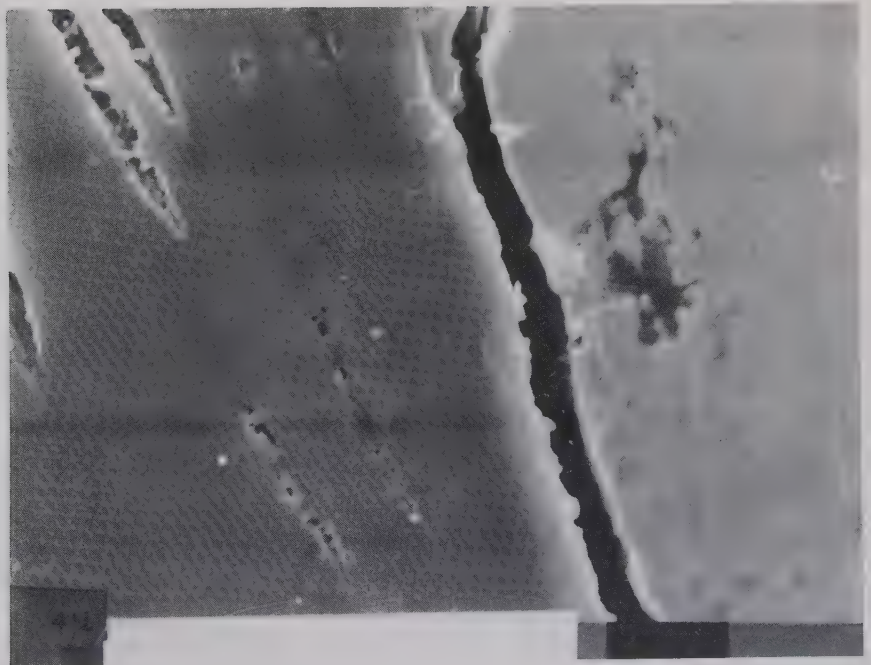
(grossissement 4000 fois)

Photo n° 9



Dentine à gauche. Valeur du hiatus : $0,50 \mu$

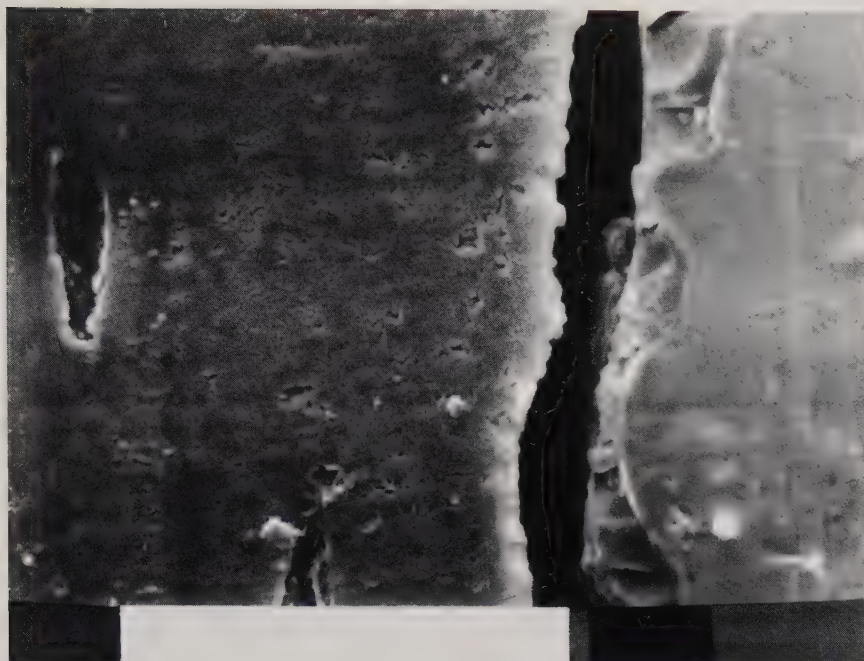
Photo n° 10



Dentine à gauche. Valeur du hiatus : $1,20 \mu$

INTERFACE SUR DENT DEVITALISEE

Photo n° 11



Dentine à gauche. Valeur du hiatus : 2,33
(grossissement 4000 fois)

Photo n° 12



Dentine à gauche. Valeur du hiatus 1,62
(grossissement 4750 fois)

accorde une importance prépondérante au type d'alliage employé quant à l'adaptation marginale.

COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DONNES DANS LA LITTERATURE.

La mesure de l'interface que nous obtenons, ne peut être comparé avec les résultats obtenus par des méthodes de mise en évidence indirecte ; ce type de processus ne pouvant donner qu'une analyse qualitative non quantifiable de l'interface.

Dans la littérature, nous pouvons relever les travaux de MELCER (54) en microscopie optique ainsi que ceux de LEE (46) et MEURMAN (55) en microscopie électronique.

Ces études ont toutes été réalisées in vitro et ne peuvent donner au mieux que la valeur de l'interface observé sur dent dévitalisée.

MELCER détermine un interface moyen de 16,84 μ avec le New True Dentaloy de S.S. White. Cet amalgame est inséré sans application préalable de vernis. Si la technique d'inclusion nous semble parfaite, le mode de réalisation des coupes nous paraît criticable puisque cet auteur effectue des coupes sériées de 200 μ d'épaisseur qui sont ensuite polies selon la technique métallographique. Il nous semble que l'interface ne peut être qu'altéré par ce mode de préparation qui entraîne des contraintes considérables au niveau de la jonction dent-restauration. La dispersion des valeurs enregistrées est d'ailleurs très importante (schéma n°23).

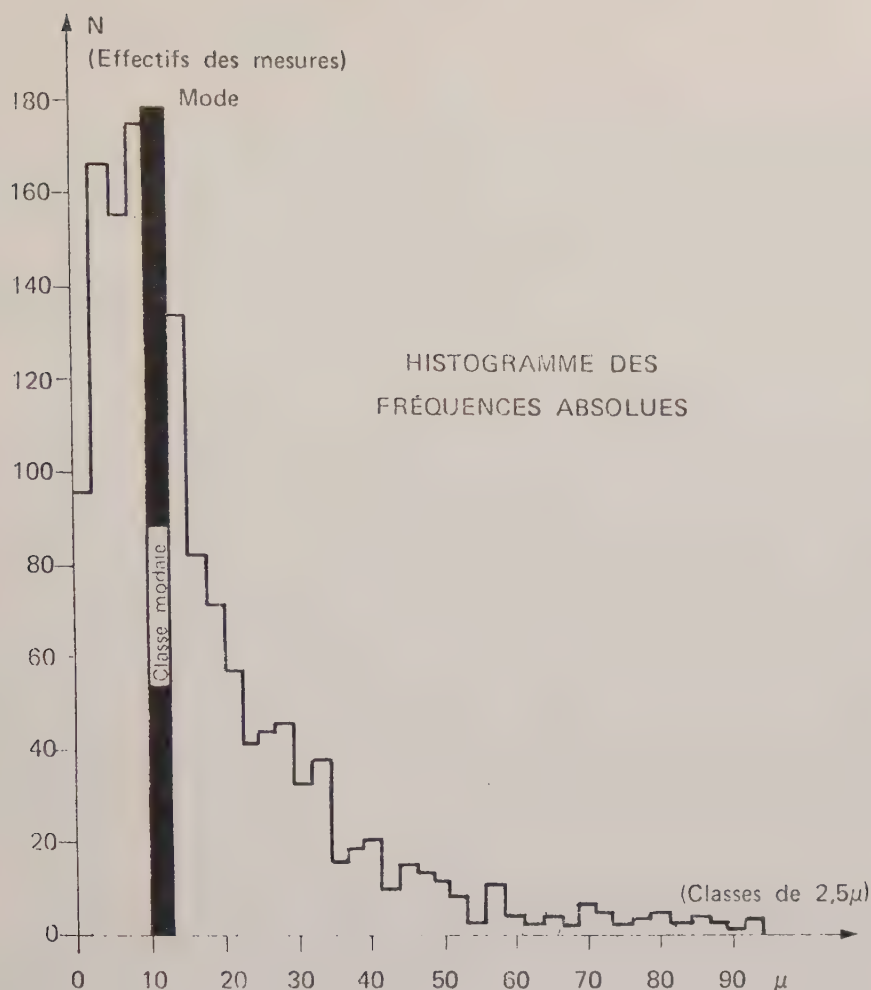


Schéma n°23 : Adaptation de l'amalgame fritté par la technique manuelle

D'après MELCER (54)

MEURMAN (55) et LEE (43) en microscopie électronique à balayage donnent respectivement comme valeur de hiatus $0\ \mu$ et $10\ \mu$. Si MEURMAN en utilisant comme amalgame l'Abedent ne trouve pas d'interface, cela peut être expliqué par la préparation des échantillons. Cet auteur n'inclue pas les dents à observer. La taille est effectuée à l'aide de disques, ce qui entraîne une surface rugueuse et un risque de matage de l'amalgame contre les parois cavitaires.

LEE utilise comme amalgame le Crescent. Cet auteur enrobe les échantillons dans une résine epoxy à prise rapide. La technique de préparation de la sur-

face est commencée au disque puis finie par polissage métallographique. Le complexe dent-restauration n'est donc pas vraiment inclu ; lors de la coupe il y a donc risque d'artefacts.

Les deux auteurs du fait de mauvaises techniques de préparation, risquent un dégazage de l'échantillon lors de la visualisation, dégazage provoquant des fissures dans la dentine. Le grossissement utilisé est faible (300 fois); ceci pouvant être consécutif à une préparation de surface imparfaite, interdisant de plus forts grossissements.

Nous n'avons trouvé dans la littérature qu'une expérimentation enregistrant l'évolution de l'interface dans le temps, effectuée in vivo et visualisée par observation directe. HORWITZ (37) réalise des cavités de classe II sur molaires lactéales obturées à l'amalgame d'argent (Aristaloy). L'évolution de l'interface est enregistrée par télévision intra-orale. Cet auteur note une augmentation globale de la valeur du hiatus dans le temps. L'altération est très rapide au niveau gingival durant les trois premiers mois, puis se stabilise. Au niveau occlusal, la détérioration est faible durant les trois premiers mois, puis augmente durant les 9 mois suivants.

Les autres études sont toutes effectuées par mise en évidence indirecte à l'aide de marqueurs. Ces expérimentations sont effectuées soit in vitro, soit in vivo, mais dans les deux cas, à l'aide de cavités de classe V. Dans les deux éventualités, les restaurations sont à l'abri des forces masticatrices.

ANDREWS (2), PHILLIPS (58) par expérimentation in vivo sur l'animal, GOING (25), SWARTZ (71) par expérimentation in vitro, et enfin Mac CURDY (49) , dans une comparaison entre l'évolution de l'interface in vivo-in vitro, observent tous une pénétration importante du marqueur au bout de 48 heures, cette pénétration diminue dans tous les cas au bout de trois et six mois.

L'évolution est beaucoup plus rapide (49) in vivo qu'in vitro.

ANDREWS (2) et PHILLIPS (58) mettent en évidence la pénétration moindre de marqueur lors de l'emploi de vernis.

STOWEL, cité par PICKARD (60) en 1963 réalise une expérimentation in vitro où les échantillons sont laissés d'une part dans de la salive, d'autre part dans de

l'eau distillée. Le hiatus est moindre pour les échantillons mis dans de la salive. La différence est très marquée au bout de deux semaines. Cet auteur en conclue qu'un dépôt organique provenant de la salive obstruerait progressivement l'interface. Ces conclusions paraissant insuffisantes, PICKARD (60) réalise une expérience similaire, le hiatus étant mis en évidence par passage d'air sous pression. Les échantillons sont laissés à demeure dans quatre solutions différentes :

1) Solution salive, 2) Eau, 3) Eau distillée, 4) Salive.

Le hiatus est moindre pour les échantillons 1 et 4. L'auteur en conclue à une diminution du hiatus par effet de corrosion.

DELIVANIS (18), après avoir obturé in vivo l'extrémité apicale de racines, observe une diminution de la valeur de l'interface pour les obturations réalisées à l'amalgame ; il n'y a pas amélioration pour les autres produits.

Nous pouvons donc penser qu'il existe un phénomène de corrosion propre à l'amalgame qui tend à diminuer la valeur de l'interface. Ce phénomène n'est vérifié qu'au niveau des obturations de classe V, à l'abri de la mastication qui représentent en bouche une faible part des restaurations. Ces résultats ne sont donc pas en opposition avec les nôtres, car ayant réalisé dans notre expérimentation des obturations de classe I, nous faisons intervenir un paramètre supplémentaire : les contraintes dues aux forces occlusales dont la résultante peut tendre à une déstabilisation de l'obturation.

Les résultats obtenus dans cette expérimentation, effectuée chez le rat, sont en accord avec ce que nous enseigne la clinique. Une dent vivante se comporte mieux en bouche qu'une dent dévitalisée. Notre technique de coupe nous permet d'obtenir une surface très lisse, ce qui nous autorise en conséquence à utiliser des grossissements importants (5000 fois). Les détails sont obligatoirement mieux perçus, nous risquons donc une approximation plus faible dans la valeur du hiatus.

Les restaurations effectuées en classe I nous permettent mieux de comprendre l'évolution de l'interface. La réduction progressive du hiatus dans le temps n'étant vérifiée que pour les cavités de classe V échappant aux contraintes occlusales.

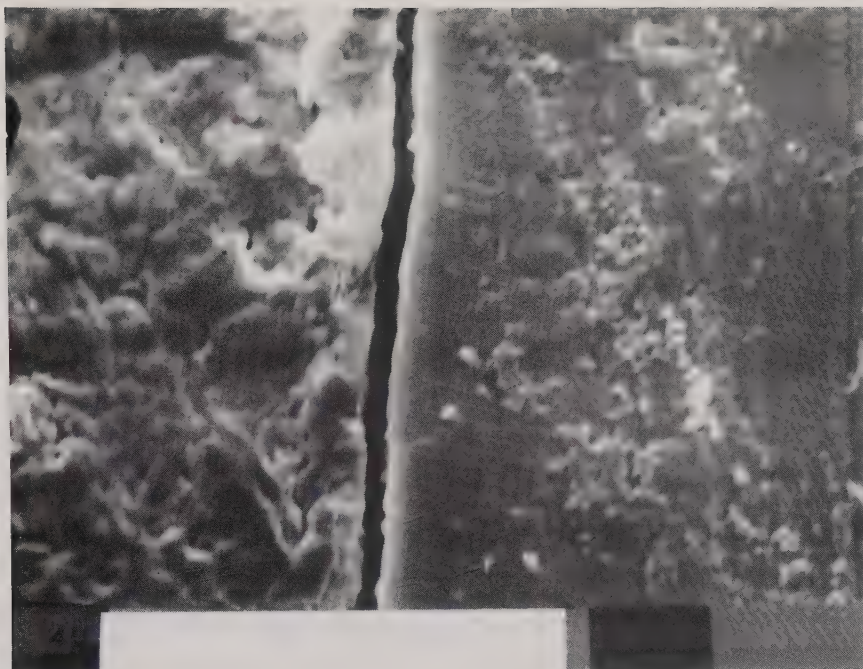
Le microscope électronique à balayage nous permet de visualiser l'interface d'une façon statique. Il serait bon d'étudier l'interaction des différents constituants des matériaux d'obturation avec l'organe dentaire. Cette expérimentation s'avère possible grâce à la microsonde électronique à balayage. Nous avons entrepris une étude sur la pénétration des constituants de l'amalgame à travers la dentine. Vu le peu d'échantillons traités à ce jour, nous ne pouvons donner de conclusion, mais les résultats semblent prometteurs

Nous avons déterminé dans un premier temps les réglages de la microsonde en image X en fonction des différents corps à observer.

Ca couche $K\alpha_1$	Tension 20 Kv, intensité de 3 Nano-Ampères, cristal PET avec un angle $0,383 \sin \theta$
Ag couche $L\alpha_1$	Tension 20 Kv, intensité de 15 Nano-Ampères, cristal PET avec un angle $0,475 \sin \theta$
Hg couche $L\alpha_1$	Tension de 30 Kv, intensité de 4 Nano-Ampères, cristal LIF angle $,308 \sin \theta$
Sn couche $L\alpha_1$	Tension 20 Kv, intensité de 15 Nano-Ampères, cristal PET angle $0,411 \sin \theta$

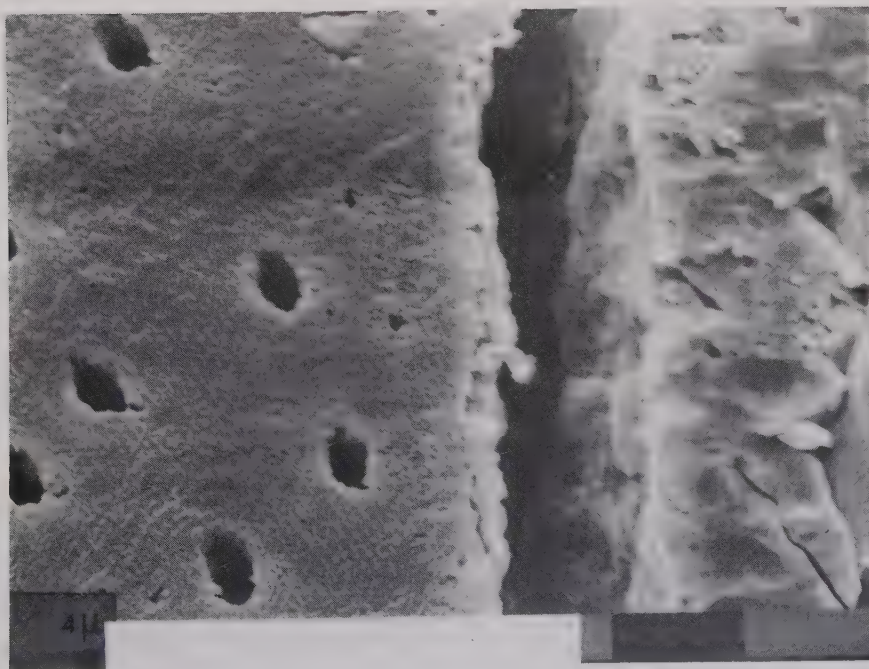
Nous comptons à l'avenir développer nos recherches dans cette optique.

Photo n° 13



Interface au niveau de l'email (à droite)
(grossissement 4000 fois)

Photo n° 14



Interface sur dent dévitalisée
(dentine à gauche) grossissement 4350 fois

CHAPITRE VI

C O N C L U S I O N

=====

Nous avons avant tout cherché à mettre au point une technique de mesure de l'interface in vivo des échantillons pour une visualisation correcte de l'interface dent-obturation par méthode directe au microscope électronique à balayage.

A cet effet, il est essentiel :

- de procéder à une inclusion vraie du complexe dent-restauration, ceci afin que d'une part l'obturation ne puisse bouger lors de la coupe, d'autre part que l'échantillon ne s'altère pas lors de la visualisation du fait du vide existant dans la colonne du microscope à balayage.

- d'obtenir une surface à examiner la plus lisse possible. Ayant rejeté du fait de ses inconvénients, le polissage métallographique, nous avons opté pour un arrasage de la taille grâce à un couteau diamant monté sur un ultra microtome à avance mécanique.

Par cette technique, nous ne risquons pas de provoquer d'artefact de la coupe, le couteau travaillant parallèlement à l'interface.

Nous avons visualisé nos préparations à l'aide d'un microscope électronique à balayage, appareil possédant des performances sans comparaison avec celles offertes par un microscope optique.

Nous avons pu mettre en évidence un interface de faible importance ($1,49 \mu$ sur dent vivante et $1,91 \mu$ sur dent dévitalisée) et une différence de comportement de l'interface en fonction de la vitalité ou non de la dent. Le hiatus restant stable sur dent vivante, alors qu'il a tendance à augmenter selon un mode linéaire sur dent dévitalisée.

Il nous semble toutefois important d'insister sur le fait que les résultats obtenus l'ont été :

- sur un animal donné ; donc dans des conditions particulières.
- avec utilisation de vernis cavitaire.
- avec un amalgame donné : Le Revaloy Free Zinc.
- avec un opérateur donné.

Il n'est pas évident que des résultats similaires puissent être obtenus si l'un quelconque des paramètres était modifié.

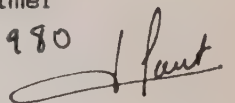
Il nous semble utile, maintenant que nous disposons d'une technique de mise en évidence de l'interface fiable, de procéder à une nouvelle expérimentation, in vivo, sur l'homme cette fois-ci.

"Ματαιότης τῶν ματαιοτήτων, τὰ πάντα ματαιότης."
L'Ecclésiaste, chap. I, verset 2.

Le Président de la Thèse,

Vu et permis d'imprimer

Lyon, le 29 aout 1980



Vu, le Directeur de la
Faculté d'Odontologie,



J. PARRET

Le Président de l'Université Claude
Bernard Lyon I
Président du Comité de Coordination
des Etudes Médicales



D. GERMAIN



B I B L I O G R A P H I E

=====

- 1 AMSTRONG W.D. - SIMON W.J.
Penetration of radio calcium at the margins of filling materials
J. Amer. Dent. Ass. 1951, 43
- 2 ANDREWS J.T.- HEMBREE J.H.
Microleakage of several amalgam systems : an animal study
Journal of Prosthetic Dentistry. 1978, 40, n° 4, pp 418-421
- 3 BERGVALL O.- BRÄNNSTRÖM
Measurement of the space between composite resin fillings and the
cavity walls.
Swed. Dent. J. 1971, 64, pp 217-226
- 4 BLANC BENON J.- TREHEUX D., QUIRALDENQ P.
Evolution des Recherches et progrès récents dans le domaine des
amalgames dentaires.
Medecine et Hygiène. 1978, 36, pp 3185-3189
- 5 BOYER D.- KAI CHIU CHAN
Estimation of the phase distribution in dental amalgam with electron
microprobe
J. Dent. Res. 1978, 57, n° 2, pp 277-282
- 6 BOYER D.- EDIE J.W.
Effect of clinical finishing procedures on amalgam microstructure
J. Dent. Res. 1980, 59, n° 2, pp 129-133
- 7 BOYDE A.- KNIGHT P.J.
Scanning electron microscope studies of the preparation of the
embrasure walls of class II cavities.
Brit. Dent. J. 1970, 129, pp 557-564
- 8 BOYDE A.- KNIGHT P.J.- JONES S.J.
Further scanning electron microscope studies of the preparation of
class II cavities.
Brit. Dent. J. 1972, 132, pp 447-457
- 9 BOYDE A.- KNIGHT P.J.
Scanning electron microscope studies of class II cavity margins
Brit. Dent. J. 1972, 133, pp 331-337
- 10 BOYDE A.
Finishing technics for the exit margin of the approximal portion
of class II cavities
Brit. Dent. J. 1973, 134, pp 319-327

- 11 BUONOCORE M.G.
Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials
J. Amer. Dent. Ass. 1963, 67, n° 3, pp 382-391
- 12 BUQUET J.- SANTORO J.P.
Les principes d'adhésion et leurs applications aux matériaux dentaires.
Rev. Franç. Odont. Stomat. 1969, 9, pp 1157-1178
- 13 CHANAY (Guy)
Teneur de la dent humaine en certains éléments minéraux. Variations suivant la localisation, l'âge, le sexe et la carie. 65 p, ill, 24 cm.
Thèse de Doctorat en Sciences Odontologiques LYON. 1973. n° 16.
- 14 CHRISTEN A.G.- MITCHELL D.F.
A fluorescent dye method for demonstrating leakage around dental restoration
J. Dent. Res. 1966, 45, n° 5, pp 1485-1492
- 15 COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES
Council statement claims related to "adhesion" or "adhesive" restorative materials
J. Amer. Dent. Ass. 1974, 88, pp 393-394
- 16 CRAWFORD W.H.- LARSON J.H.
Fluid penetration between fillings and teeth using Ca⁴⁵
J. Dent. Res. 1956, 35, n° 4, pp 518-522
- 17 COTHREN T.G.- ESCHETE E.F.- PELLEU G.B.- RUDOLPH J.J.
Effects of brunishing on microleakage in an amalgam system
J. Prosth. Dent. 1978, 40, pp 163-165
- 18 DELIVANIS P.- TABIBI A.
A comparative sealability study of different retrofilling materials
Oral. Surg. 1978, 45, n° 2, pp 273-281
- 19 DRIESSENS F.G.M.
Chemical adhesion in dentistry
Int. Dent. J. 1977, 27, n° 3
- 20 DURET (François)
Empreinte optique. 288p, ill, 30 cm
Thèse de Doctorat en Chirurgie Dentaire LYON, 1974, n° 231
- 21 ELLIS J.M.- BROWN L.R.
Application of an in vitro cariogenic technic to study the development of carious lesions around dental restorations
J. Dent. Res. 1967, 46, n° 2, pp 403-408
- 22 ERIKSEN H.M.- NORD Ö H.
Permeability of different lining materials
Scand. J. Dent. Res. 1974, 82, pp 442-447
- 23 GLANTZ P.O.
Adhesion to teeth
Int. Dent. J. 1977, 27, n° 4
- 24 GOING R.E.- MASSLER M.
Marginal penetrations of dental restorations as studied by crystal violet dye and I¹³¹
J. Amer. Dent. Ass. 1960, 61, pp 285-300

- 26 GOING R.E.- MYERS H.M.- PRUSSIN S.G.
Quantitative method for studying microleakage in vivo and in vitro.
J. Dent. Res. 1968, 47, n° 6, pp 1128-1132
- 27 GOING R.E.
Microleakage around dental restorations, a summarizing review.
J. Amer. Dent. Ass. 1972, 84, pp 1349-1357
- 28 GRANATH L.E.
Studies on microleakage with restorative materials. Introductory experiments on amalgam.
J. Dent. Res. 1967, 46, n° 6, pp 1331-1336
- 29 GRANATH L.E.- SVENSSON A.
Studies of microleakage with restorative materials, a new air pressure method.
Scan. J. Dent. Res. 1970, 78, pp 353-366
- 30 GRANATH L.E.
Studies on microleakage with restorative materials. In vitro experiments of the sealing of 9 brands of silver amalgam.
Acta. Odont. Scand. 1971, 29, n° 1, pp 65-73
- 31 GRIEVE A.R.
The occurrence of secondary caries like lesions in vitro.
Brit. Dent. J. 1973, 134, pp 530-536
- 32 GUDBRAND Ø.
Adaptation of amalgams to cavity walls.
J. Oral Rehab. 1976, 3, pp 227-236
- 33 GUIDE TO DENTAL MATERIALS AND DEVICES 7th ed., Chicago, American Dental Association, 1974, 297 p, ill.
- 34 HALS E.- NERNAES A.
Histopathology of in vitro caries developing around silver amalgams fillings.
Caries Res. 1971, 5, pp 58-77
- 35 HALS E.- KVINNSLAND I.
Structure of experimental in vitro and in vivo lesions around composite (addent XV) fillings.
Scand. J. Dent. Res. 1974, 82, pp 517-526
- 36 HELIE P.A.
Comparative marginal seal of restorative materials under stress.
I.A.D.R. Abstracts 1970, p 151
- 37 HORWITZ B.A.- KLEIN A.- Mc DONALD R.
Intra oral television micromeasurement of cavity margin deterioration.
J. Dent. Res. 1967, 46, n° 4, pp 700-707
- 38 JORDAN E.- SUZUKI M.- MILLS A.R.
Marginal integrity of amalgam alloys in relation to creep : a preliminary report.
J. Prosth. Dent. 1978, 40, pp 299-303

- 39 KAI CHIU CHAN -EDIE J.W.- SVARE C.W.
Scanning electron microscope study of marginal adaptation of amalgam in restoration finishing technics.
J. Prosth. Dent. 1977, 38, pp 165-168
- 40 KHERA S.C.- KAI CHIU CHAN
Microleakage and enamel finish.
J. Prosth. Dent. 1978, 39, pp 414-419
- 41 KIDD E.A.M.
Microleakage in relation to amalgam and composite restorations.
Brit. Dent. J. 1976, 141, pp 305-310
- 42 LAVERGNE (Jean)
Etude comparée des tissus durs de la dent de diverses espèces de mammifères. 64 p, ill, 30 cm.
Thèse de Doctorat d'Université Faculté des Sciences, mention biologie animale. Clermont-Ferrand, 1976, n° 49.
- 43 LEE H.L.- SWARTZ M.L.
Scanning electron microscope study of composite restorative materials.
J. Dent. Res. 1970, 49, n° 1, pp 8-15
- 44 LEE (Henri) - ORLOWSKI (Jan)
Handbook of dental composite restoratives.
Los Angeles, Lee pharmaceuticals, 1973, 293 p, ill.
- 45 LE QUANG G.- TREHEUX D.- GUIRALDENQ P.- BLANC BENON J.
Etude des réactions poudre métallique-métal liquide. Corrélation entre les phénomènes de diffusion et les variations dimensionnelles. Application du système Ag₃Sn - Hg.
Quintessence international. 1975, 6, pp 11-16
- 46 LERMAN M.- URIBE ECHEVARRIA J.- PRIOTTO E.
Adaptacion a las paredes cavitarias de acrilicos y "composites".
Rev. Odontologica. 1971, 6, n° 3, pp 13-23
- 47 LETZEL H.- AARDENING C.- FICK J.- VAN LEUSEN J.- VRIJHOET M.
Tarnish, corrosion, marginal fracture, and creep of amalgams restorations a two years clinical study.
Operative Dent. 1978, 3, pp 82-92
- 48 LOISELLE R.J.- GOLDBERG A.F.- GROSS R.L.- STUEVER C.H.
Marginal microleakage on in vivo assessment.
J. Amer. Dent. Ass. 1969, 78, pp 758-760
- 49 Mac CURDY C.- SWARTZ L.- PHILLIPS R.W.
A comparison of an in vivo and an in vitro microleakage of dental restorations.
J. Amer. Dent. Ass. 1974, 82, pp 592-602
- 50 Mac GEE (Victor)
Principes de statistiques. Approche traditionnelle et approche bayésienne.
Paris, Vuibert, 1975, 280 p, ill.
- 51 MARIE (Yves)
Contribution à l'étude in vitro du phénomène de percolation. 82 p, ill, 30 cm.
Thèse de Doctorat en chirurgie dentaire de LYON, 1976, 82 p, ill.

- 52 MARMASSE A.
Dentisterie opératoire, tome 1. Paris, BAILLIERE, 1969, 4è édition,
655 p, ill.
- 53 MATHEWSON R.J.- LU K.H.
Influences of clinical factors on marginal adaptation and residual mer-
cury content of amalgam.
J. Dent. Res. 1975, 54, n° 1, pp 104-109
- 54 MELGER J.
Adaptation de l'amalgame d'argent aux parois des cavités d'obturation.
Actualités odont. stomat. 1972, 99, pp 333-352
- 55 MEURMAN J.- ASIKAINEN M.- NEVASTE M.
Adaptation of some dental restoratives to cavity walls as observed with
the scanning electron microscope.
Proc. Finn. Dent. Soc. 1975, 71, pp 36-44
- 56 MEYER J.M.- DENNISON J.B.- CRAIG R.G.
Improved method of neutron activation analysis for microleakage studies.
J. Dent. Res. 1974, 53, n° 2, pp 356-363
- 57 MORTENSEN D.W.- BOUCHER N.E.- RYGE G.
A method of testing for marginal leakage of dental restorations with
bacteria.
J. Dent. Res. 1965, 44, n° 1, pp 58-63
- 58 PHILLIPS R.W.- GILMORE H.W.- SWARTZ M.L.- SCHENKER S.I.
Adaptation of restoration in vivo as assessed by Ca⁴⁵.
J. Amer. Dent. Ass. 1961, 62, pp 9-19
- 59 PHILLIPS R.W.
Should I be using amalgam or composite restorative materials ?
Int. Dent. J. 1975, 25, n° 4, pp 236-240
- 60 PICKARD H.M.- GAYFORD J.J.
Leakage at margins of amalgam restorations.
Brit. Dent. J. 1965, 119, n° 2, pp 69-77
- 61 PINTO J.- BUONOCORE M.
Effect of bases and cavity liners on marginal leakage of filling materials
N.Y. State D.J. 1963, 29, pp 199-206
- 62 Practical methods in electron microscopy.
Amsterdam, Glauert, 1972, vol 1, p, ill.
- 63 QUILLON (Jean-Paul)
L'ulcère de contrainte par une méthode chronique chez le rat blanc : re-
cherche au moyen de l'histologie, de l'électro-physiologie, de la biochi-
mie, ainsi que de l'atropine et du sorbitol. 145 p, ill, 30 cm.
Thèse de Sciences Physiologiques, LYON, 1978, n° 707
- 64 RODDA J.C.
Patterns of demineralization produced by acidified gels around enamel
restoration interfaces.
J. Dent. Res. 1970, 49, p. 665
- 65 ROYDHOUSE R.H.
Penetration around the margins of restorations.
J. Canad. Dent. Ass. 1968, 38, n° 1, pp 21-28

- 66 SELYE H.
A syndrom produced by diverse nocuous agents.
Nature. 1936, 138, p 32
- 67 SHOZO KANAI - TAKAO FUSAYAMA
Effect of a cavity varnish on the retention of restorations.
J. Dent. Res. 1968, 47, n° 3, pp 403-406
- 68 SMITH G.A.- WILSON N.H.F.- COMBE E.C.
Microleakage of conventional and ternary amalgam restorations in vitro.
Brit. Dent. J. 1978, 144, pp 69-73
- 69 STUEVER C.H.- GOLDBERG A.F.- GROSS R.L.
The effect of pulpal tissues on microleakage around dental restorations.
Oral. Surg. 1971, 31, n° 4, pp 568-570
- 70 SWARTZ M.L.- PHILLIPS R.W.
Permeability of cavity liners to certain agents.
J. Dent. Res. 1960, p 752
- 71 SWARTZ M.L.- PHILLIPS R.W.
In vitro studies of the marginal leakage of restorative materials.
J. Amer. Dent. Ass. 1961, 62, pp 142-151
- 72 SWARTZ M.L.- PHILLIPS R.W.
Influence of manipulative variables on the marginal adaptation of certain restorative materials.
J. Prosth. Dent. 1962, 12, n° 1, pp 172-181
- 73 TORNEY D.L.- NOORIAN Z.
Effect of condensation technics on marginal adaptation of high-cooper amalgam.
J. Prost. Dent. 1979, 41, n° 2, pp 178-182
- 74 VANETTI (Irma)
Influence des hautes pressions d'oxygène sur quelques constantes sanguines et les ulcérations expérimentales de la muqueuse buccale et d'autres muqueuses digestives chez le rat blanc. 124 p, ill, 30 cm.
Thèse de Sciences Odontologiques, LYON, 1973, n° 10.
- 75 WILSON N.H.F.- SMITH G.A.
The in vitro behaviour of a cavity liner under amalgam restorations.
Brit. Dent. J. 1978, 145, pp 331-334
- 76 YASUMORI TOMITA - REIICHI OKUDA - SADA O WAKUMOTO
Replica technique for scanning electron microscope examination of occlusal amalgam margins.
J. Prosth. Dent. 1979, 41, n° 3, pp 299-303
- 77 YEN P.K.J.
Marginal penetration around dental restorations.
Dent. Progr. 1963, 3, n° 4, pp 232-235

DUPREZ (Jean-Pierre) - L'interface Dent-Obturation. Nouvelle technique de mesure, application à l'amalgame d'argent sur les molaires du rat blanc. — (Thèse : 3ème cycle Sci. Odontol. LYON 1980,02).

L'interface dent-obturation étant un facteur primordial de stabilité et de pérennité des restaurations en bouche, nous avons élaboré dans cette étude une nouvelle technique permettant de le quantifier.

L'application de cette méthode est effectuée sur les molaires du rat blanc, tant sur dent vivante que dévitalisée, le matériau de reconstitution testé étant l'amalgame.

Nous travaillons sur des lots de 5 rats sacrifiés entre 0 et 6 semaines. Les échantillons sont fixés et inclus suivant les techniques classiques de microscopie électronique. Une coupe axiale est réalisée au disque au niveau dent-restauration. La surface obtenue est ensuite arrasée à l'ultramicrotome à couteau diamant. La visualisation du hiatus est effectuée en Microscopie Electronique à Balayage à un grossissement de 5000 fois.

Nous déterminons un interface moyen de $1,49 \mu$ sur dent vivante sans corrélation de valeur en fonction du temps. Par contre sur dent dévitalisée, l'interface moyen est de $1,91 \mu$ avec une augmentation linéaire dans le temps.

Rubrique de classement : ODONTOLOGIE RESTAURATRICE
HISTOLOGIE BUCCO-DENTAIRE
—MATERIAUX

Mots-clés : Interface dent-obturation
Amalgame
Vernis cavitaire
Rat

Mots-clés anglais

Mesh : Dental Amalgam
Dental cavity lining

JURY : Président : M. le Professeur Jean PARRET
M. le Professeur Roger VINCENT
M. le Professeur Jean POULARD
M. le Docteur Jacques DUMAS
M. le Professeur Jean BLANC-BENON
M. le Professeur Henri MAGLOIRE

Adresse de l'auteur :

J.P. DUPREZ, 331 rue Garibaldi - 69007 LYON